

WANNER AG SOLOTHURN
Dornacherstrasse 29
4500 Solothurn
Tel. 032 625 75 75
E-Mail: info@wanner-so.ch

Gemeinde Niederdorf
Kilchmattstrasse 5
4435 Niederdorf

Gemeinde Oberdorf
Dorfmattestrasse 6
4436 Oberdorf

*Schutzzonen Quellen z'Hof der Wasserversorgungen
Niederdorf und Oberdorf BL
auf Gemeindegebiet von Oberdorf BL und Liedertswil BL*

Hydrogeologischer Bericht

Bearbeiter:

K. Zeltner, dipl. Natw. ETH, CHGEOL^{cert}
F. Vils, Dr. sc. nat. UniNE, CHGEOL^{cert}

Auftrag Nr. 317162-1

Solothurn, 14. August 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Stellenwert der Fassung	3
1.1 Ausgangslage.....	3
1.2 Stellenwert der Fassung	3
2. Verwendete Unterlagen	4
3. Ausgeführte Arbeiten.....	4
4. Besitzverhältnisse, Bezugsrechte und Beschreibung	5
4.1 Quelle z'Hof Niederdorf.....	5
4.2 Quellen z'Hof Oberdorf	6
5. Chemische, physikalische und bakteriologische Untersuchungen.....	7
6. Markierversuch.....	8
6.1 Allgemeines	8
6.2 Zusammenfassung Ergebnisse Markierversuch	8
7. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	9
8. Gefahrenkataster.....	10
9. Schutzzonenausscheidung, Schutzzonenreglement und Schutzzonenplan.....	11
9.1 Generelle Anforderungen an die Schutzzonen gem. [17].....	11
9.2 Dimensionierung.....	11
9.3 EPIK-Kartierung.....	12
9.4 Folgerungen aus den Feldversuchen für die Schutzzonendimensionierung	12
10. Weiteres Vorgehen	13
11. Schlussbemerkungen	13

Anhänge

1. Ausschnitt Landeskarte 1:25'000
2. Situation 1:7'500 mit Quellen/ bestehenden Schutzzonen
3. Situation 1:5'000 mit Vorschlag Schutzzonen nach Markierversuch, EPIK dargestellt
4. EPIK-Kartierung Quellen z'Hof
5. Bericht Markierversuche im Zuströmbereich der z'Hof-Quellen und der Martinsmattquelle Oberdorf BL, GeoExplorers vom 2.7.2019
6. Analyseergebnisse Quelle z'Hof – Bakteriologie seit Aufhebung ARA Liedertswil
7. Fotodokumentation Fassungsbauwerke

Beilage

- A. Schutzzonenplan 1:5'000:
 317162-1A-O (Dossier Oberdorf)
 317162-1A-L (Dossier Liedertswil)
- B. Schutzzonenreglement (Kappeler Infra Consult AG, Laufen)
- C. Konfliktplan (Kappeler Infra Consult AG, Laufen)

1. Ausgangslage und Stellenwert der Fassung

1.1 Ausgangslage

Die Quellen z'Hof, liegen auf Gemeindegebiet von Oberdorf BL (GB Nrn. 528 und 1084) auf einer Höhe von rund 520 m ü.M (Anhänge 1). Die Quellen werden für die Wasserversorgung der Gemeinden Niederdorf und Oberdorf BL genutzt. Die zugehörigen Schutzzonen wurden durch den Regierungsrat des Kantons Baselland mit RRB Nr. 2396 vom 15. Oktober 1985 genehmigt (Anhang 2).

Zu den Quellen z'Hof gehören 3 Quellen, zwei davon dienen der Wasserversorgung von Oberdorf (Kataster Nr. 92.11.A (West und Nord (Ost)), eine der Wasserversorgung von Niederdorf (Kataster Nr. 92.12.A). Mit der Schutzzonenausscheidung aus dem Jahr 1985 wurden gleichzeitig auch die Quellen Kilchmatten und St. Peter, Martinsmatt, Rüt matt und die Schlossquellen bearbeitet.

Die Ausscheidung der Schutzzonen und die Erarbeitung des Schutzzonenreglements liegen mehr als 30 Jahre zurück und die Gesetzesgrundlage hat seither geändert. Für die Quellen z'Hof wurde von Paul Schudel (Symbo GmbH) zwischen 1999 und 2008 ein Schutzzonendossier ausgearbeitet [6]-[12]. Dieses wurde bis heute nicht genehmigt. In einem Schreiben vom 21. Oktober 2014 ging dazu eine Stellungnahme des Amtes für Umweltschutz und Energie des Kantons Baselland AUE ein [10]. Darin sind generelle Anmerkungen und Detailfragen zum Schutzzonendossier von 2008 aufgeführt.

Die Wanner AG Solothurn wurde durch die Gemeinden Niederdorf und Oberdorf BL beauftragt, die Schutzzonen der von ihr genutzten Quellen z'Hof zu überprüfen. Nach verschiedenen Felduntersuchungen hat die Wanner AG Solothurn dem AUE BL am 15. Mai 2020 einen Vorschlag für die Ausdehnung der Schutzzonen zur Vorprüfung unterbreitet. In einer Stellungnahme des AUE BL vom 7. Juli 2020 wurde der Vorschlag mit kleinen Anpassungen gutgeheissen. In der Folge wurden die Dokumente für das Schutzzonendossier erstellt. Der vorliegende hydrogeologische Bericht ist orientierender Teil des Schutzzonendossiers.

Die Wasserversorgung von Niederdorf bezieht ausser den Quellen z'Hof auch Wasser ab der Quelle Kilchmatten an der Frenke auf Gemeindegebiet von Oberdorf. Die Wasserversorgung von Oberdorf nutzt auch das Wasser der Martinsmattquelle auf Gemeindegebiet von Liedertswil BL. Auf Gemeindegebiet von Oberdorf BL liegt auch die Quelle St. Peter, welche der Gemeinde Hölstein gehört und von der Wasserversorgung Waldenburgertal AG (WVW) genutzt wird. Die Schutzzonen für die genannten Quellen werden mit dieser Schutzzonenüberarbeitung nicht behandelt.

1.2 Stellenwert der Fassung

Die weitere Nutzung der Quellen z'Hof zur Trinkwassergewinnung für die Gemeinden im Waldenburgertal wird vom AUE als notwendig erachtet. Die Nutzung des Quellwassers ist auch in der Regionalen Wasserversorgungsplanung (GWP) der Region 7 (Oberdorf) einberechnet.

Die Ergiebigkeit der Quelle z'Hof Oberdorf West betrug laut Regionaler Wasserversorgungsplanung im Mittel rund 280 m³/d, also rund 190 l/min (minimal 160 m³/d) und für die Quelle z'Hof Oberdorf Nord (Ost) im Mittel 960 m³/d, also rund 670 l/min (minimal

818 m³/d). Der Zufluss von der Brunnstube der Quelle z'Hof Niederdorf ins Pumpwerk betrug laut GWP im Mittel 1'370 m³/d, also rund 950 l/min (minimal 290 m³/d im Herbst 2019).

Das Quellwasser der drei Quellen liefert jeweils den Hauptanteil des verwendeten Trinkwassers der beiden Gemeinden und wird ausserdem durch die WWV verwendet.

2. Verwendete Unterlagen

- [1] Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Hauenstein
- [2] Instandsetzung Kantonsstrasse Liedertswil-Oberdorf BL – Quellenmonitoring Mai-November 2018, Wanner AG Solothurn, 3.4.2019
- [3] Bericht Markierversuche im Zuströmbereich der z'Hof-Quellen und der Martinsmattquelle Oberdorf BL, GeoExplorers, 2.7.2019
- [4] BL21: Wissenschaftlicher Bericht Teilprojekt 1: Trinkwasser aus Karstgebieten und biologische Trinkwassersicherheit, AUE BL, Entwurf 2018
- [5] Schutzzonenausscheidung und Schutzzonenplan mit RRB vom 15.10.1985
- [6] Schutzzonenbericht, Symbo GmbH, Stand August 2008
- [7] Mail von Herrn Dominik Bänninger, AUE mit Stellungnahmen zum oben genannten Schutzzonendossier.
- [8] Schutzzonenbericht, Symbo GmbH, Februar 2007, mit Schutzzonenreglement
- [9] Stellungnahme AUE zum Schutzzonenbericht von Februar 2007, vom 30.3.2007
- [10] Bericht Tracerhydrologische Untersuchungen der Quellen z'Hof und Martinsmatt, Symbo GmbH, November 1999
- [11] Bericht Einfluss der ARA Liedertswil auf die Wasserqualität in der Quelle z'Hof von Niederdorf, Symbo GmbH, August 2005
- [12] Bericht Karstquellen im Einzugsgebiet des Weigistbach, Symbo GmbH, undatiert (1992?)
- [13] Bericht Wasserschutzzonen für die Quellen der Gemeinden Oberdorf, Niederdorf und Hölstein, Dr. W. Mohler Gelterkinden, 20.3.1980
- [14] Plan Generelle Entwässerungsplanung, Sutter AG, 5.12.2008
- [15] Übersichtsplan Wasserversorgung, Sutter AG, 22.12.2016 (Grundlage aus dem Jahr 1997 – es wurde kein technischer Bericht dazu erstellt)
- [16] Generelle Wasserversorgungsplanung Region 7, Sutter Ingenieur- und Planungsbüro, 2005
- [17] Regionale Wasserversorgungsplanung BL, Leitbild und Massnahmenplanung Region 7, 15.5.2019
- [18] Vollzugshilfe Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern, BAFU, Entwurf 2019

3. Ausgeführte Arbeiten

- Einarbeitung, Besprechungen und Sitzungen mit Auftraggeber
- Vorbesprechung und Begehung im Gelände mit dem Auftraggeber
- Beschaffung und Auswertung der bestehenden Dokumente zur Schutzzonenüberarbeitung
- Besprechung mit Herrn Paul Schudel und Anfragen beim AUE, Fachstelle Grundwasser, Kanton Baselland

- Ausarbeitung eines Pflichtenhefts und einer Kostenschätzung für die Schutzzonenüberarbeitung für Phase 2
- Erarbeitung nötiger Grundlagen
- Besprechung und Zwischenentscheid von Gemeinden und AUE über die Schutzzonenausscheidung aufgrund von Pflichtenheft und Kostenschätzung
- Begehungen im Einzugsgebiet und der Anlagenteile
- Kartierung der EPIK-Parameter (Ausbildung Epikarst E, Schutz durch Deckschicht P, Infiltrationsverhältnisse I, Entwicklung des Karstnetzes K): Ermittlung der Indizes, Berechnung des Schutzfaktors für jede Teilfläche des Einzugsgebiets, kartografische Darstellung der Verteilung des Schutzfaktors für das gesamte Einzugsgebiet.
- Besprechung der Ergebnisse der Kartierung, Entscheid Durchführung weiterer Markiersuche
- Organisation und fachliche Begleitung Markiersuche im Einzugsgebiet (Ausführung durch GeoExplorers Liestal)
- Ausarbeitung des Schutzzonenplans mit den Karst-Schutzzonen S1, S2, S_h und S_m
- Zusammenfassung der relevanten bisherigen und neuen Untersuchung in einem hydrogeologischen Bericht
- Zusammenstellen des Schutzzonendossiers für die Vorprüfung durch das AUE

4. Besitzverhältnisse, Bezugsrechte und Beschreibung

Die Quellen z'Hof liegen auf Gemeindegebiet von Oberdorf BL.

Tabelle 1: Steckbrief Quellen z'Hof

Bezeichnung	z'Hof Niederdorf	z'Hof Oberdorf Nord (Ost)	z'Hof Oberdorf West
Kataster Nr.	92.12.A	92.11.A	92.11.A
Eigentümerin	Gemeinde Niederdorf BL	Gemeinde Oberdorf BL	Gemeinde Oberdorf BL
Fassungstyp	Quelle	Quelle	Quelle
Standortgemeinde	Oberdorf BL	Oberdorf BL	Oberdorf BL
Parzelle	GB Nr. 1084	GB Nr. 528	GB Nr. 528
Koordinaten	2'612'113 / 1'233'582	2'623'037 / 1'249'421	2'623'048 / 1'249'437
Höhe über Meer	525 m	515 m	515 m
mittlere Schüttung laut GWP/ RWP	1'370 m ³ /d	960 m ³ /d	280 m ³ /d
minimale Schüttung laut GWP/ RWP	290 m ³ /d	818 m ³ /d	160 m ³ /d
maximale Schüttung laut Symbo, 2008 [6]	1'350 l/min (≈1'950 m ³ /d)	650 l/min (≈940 m ³ /d)	330 l/min (≈480 m ³ /d)

4.1 Quelle z'Hof Niederdorf

Die Fassung der Quelle z'Hof ist eine mehr oder weniger quaderförmige einfache Kammer mit einem überstehenden Einstieg. Ein Trockeneinstieg ist nicht vorhanden. Die Leiter endet auf einem erhöhten Betonsockel. In der Quelfassung kann man sich mit Hilfe von Betonplatten bewegen.

auf der Nordseite weist lückig angeordnete Backsteine auf. Aus den Lücken fliesst Wasser in die Rinne. Der Einstieg liegt direkt über der Ableitung. Die Luft in der Fassung ist sehr sauerstoffarm.

Die Quelle z'Hof Oberdorf West weist in einer Tiefe von ebenfalls rund 4 m in östliche und westliche Richtung je einen rund 4.5 m langen, begehbaren Stollen auf. Auf der Nordseite findet sich eine Rinne, ebenfalls mit lückigen Backsteinlagen, durch die Wasser austritt. Zusätzlich mündet am Ende der Rinne je ein Rohr mit unbekannter Länge in den Stollen. Der Einstieg liegt direkt über der Ableitung. Die Luft in der Fassung ist sehr sauerstoffarm.

Von den Quelfassungen fliesst das Quellwasser zum Pumpwerk z'Hof. Dort werden Parameter wie Schüttung, elektrische Leitfähigkeit, SAK-Wert, Temperatur und pH gemessen. Bei hoher Trübung wird das Rohwasser automatisch verworfen und gelangt in den Weigistbach. Das Rohwasser wird mit einer UV-Anlage entkeimt. Vom Pumpwerk wird das Trinkwasser mit zwei Pumpen (Pumpleistung rund 700, resp. 900 l/min) ins Reservoir Thommeten (untere Zone) gepumpt. Über ein Stufenpumpwerk wird das Wasser zusätzlich ins Reservoir Arten (obere Zone) gepumpt.

5. Chemische, physikalische und bakteriologische Untersuchungen

Die Quellen z'Hof wurden, im Zusammenhang mit der Instandsetzung der Kantonsstrasse, zwischen Mai und Dezember 2018 regelmässig untersucht [2]. Zu diesem Zeitpunkt entwässerte die ARA Liedertswil nach Niederschlägen in den Weigistbach. Beim Rohwasser aller untersuchten Quellen konnten Überschreitungen der Grenzwerte für hygienisch einwandfreies Trinkwasser festgestellt werden.

Das Rohwasser der z'Hof-Quelle Niederdorf wurde sechsmal beprobt und analysiert. Dabei handelte es sich nur einmal um hygienisch einwandfreies Trinkwasser. Die festgestellten Maximalwerte betragen für aerobe mesophile Keime (AMK) 1'020 KBE/ml (koloniebildenden Einheiten), für *Escherichia coli* 131 KBE/100 ml und für Enterokokken 94 KBE/100 ml. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 10.1 und 16.4°C.

Die Quelle z'Hof Oberdorf Nord (Ost) wurde ebenfalls sechsmal beprobt. Dieses Wasser erfüllte die Anforderungen an hygienisch einwandfreies Trinkwasser in der Hälfte der Fälle. Die festgestellten Maximalwerte betragen für AMK 141 KBE/ml, für *E. coli* 32 KBE/100 ml und für Enterokokken 17 KBE/100 ml. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 10.0 und 12.8°C. Die Quelle z'Hof Oberdorf West wurde viermal beprobt. Dieses Wasser erfüllte die Anforderungen an hygienisch einwandfreies Trinkwasser ebenfalls in der Hälfte der Fälle. Die festgestellten Maximalwerte betragen für AMK 139 KBE/ml, für *E. coli* 26 KBE/100 ml und für Enterokokken 7 KBE/100 ml. Die Wassertemperatur schwankte zwischen 10.3 und 11.6°C.

Im Rahmen des Forschungsprojekts BL21 (Teilprojekt 1 [4]) wurde das Quellwasser der Quellen z'Hof intensiv mit verschiedenen Methoden (Durchflusszytometrie, Plattierung, ATP-Messung, Biofilmfallen etc.) untersucht. Auch diese Untersuchungen zeigten, dass es sich beim Quellwasser der Quellen z'Hof zeitweise um hygienisch nicht einwandfreies Trinkwasser handelt.

Seit der Stilllegung der ARA Liedertswil liegt für die Quellen z'Hof Oberdorf je eine bakteriologische Analyse vor. Bei einer der Analysen (nach Niederschlägen) im Februar 2020 handelte es sich um hygienisch einwandfreies Trinkwasser. Bei der anderen Analyse (nach Niederschlägen) im November 2019 wurden in der Quelle z'Hof Nord (Ost) E. coli und in Quelle z'Hof West Enterokokken nachgewiesen. Es handelte sich zu diesem Zeitpunkt demnach nicht um hygienisch einwandfreies Trinkwasser.

Für die Quelle z'Hof Niederdorf wurden im Jahr 2019 zwei Mal bakteriologische Analysen durchgeführt. Bei einer der Analysen (nach einer längeren Trockenperiode Ende Juni/ anfangs Juli 2019) handelte es sich um hygienisch einwandfreies Trinkwasser. Bei der anderen Analyse (nach Niederschlägen) wurden sowohl E. coli wie auch Enterokokken nachgewiesen. Es handelte sich zu diesem Zeitpunkt demnach nicht um hygienisch einwandfreies Trinkwasser. Die Ergebnisse sind im Anhang 6 angefügt.

6. Markierversuch

6.1 Allgemeines

Am 27. Februar 2019 wurden durch GeoExplorers AG an drei Stellen in geöffnete Bagger-schlitze (BS) fluoreszierende Tracer eingegeben. Die Stellen sind in den Anhängen 3 und 5 ersichtlich. Eingesetzt wurden die Tracer Uranin (Eingabeort Cholholz), Eosin (Eingabeort Talmatt) und Amino G acid (Eingabeort Thommeten). Überwacht wurden die Quellen Martinsmatt, die Quellen z'Hof, sowie das Wasser der Frenke, unterhalb der Einmündung des Weigistbachs mittels in-situ-Fluorometern. Der Bericht zum Markierversuch befindet sich im Anhang 5. Die Ergebnisse werden im folgenden Kapitel kurz zusammengefasst.

6.2 Zusammenfassung Ergebnisse Markierversuch

Am Eingabeort Talmatt eingebrachtes Eosin konnte eindeutig in den z'Hofquellen Niederdorf sowie West & Nord nachgewiesen werden. Der Eosin-Eingabeort lag dabei 263 bzw. 486 m von den Quellen entfernt. Dieser Tracer wurde innerhalb von 3.5 h (z'Hof Niederdorf) bzw. 9.5 h (z'Hof Oberdorf) im Quellwasser detektiert ($t_{\text{Erstauftreten}}$). Die maximale Konzentration wurde nach 17 h bzw. 33 h festgestellt (t_{Peak}). Die Rückgewinnung lag für z'Hof Niederdorf bei 33.6% bzw. für z'Hof Oberdorf bei 0.1%.

Ebenfalls in den z'Hofquellen Niederdorf und Oberdorf nachgewiesen wurde der Tracer Amino G acid. Dieser wurde in 269 m Entfernung von der Quelle z'Hof Niederdorf bzw. je nach Fliessweg 378-492 m Entfernung von den Quellen z'Hof Oberdorf im Gebiet Thommeten eingegeben. Der Durchschlag erfolgte nach ≤ 60 h in der Quelle z'Hof Niederdorf ($t_{\text{Peak}}: \leq 71$ h) und nach ≤ 38 h in den z'Hofquellen West und Nord ($t_{\text{Peak}}: \leq 73$ h). Die Tracer wurden niederschlagsbedingt mobilisiert und remobilisiert (Mehrfachpeaks). Die Konzentrationen des Tracers Amino G acid waren aber jeweils sehr gering. Die Rückgewinnung lag unter 0.1%.

Die Martinsmattquelle sowie die Quelle z'Hof Niederdorf weisen Indizien für den Eintrag des Tracers Uranin auf. Der Tracer wurde im Gebiet Cholholz, nördlich der Martinsmattquelle eingegeben. Die Entfernung zur Martinsmattquelle bzw. Quelle z'Hof Niederdorf beträgt 55 bzw. 1'030 m. Der Durchschlag erfolgte nach ≤ 5.5 h in der Quelle z'Hof Niederdorf ($t_{\text{Peak}}: \leq 29$ h) und nach ≤ 12 h in der Martinsmattquelle ($t_{\text{Peak}}: \leq 16$ h). Die Tracer wurden

vermutlich niederschlagsbedingt mobilisiert. Die Konzentrationen des Tracers Uranin waren aber jeweils sehr gering. Die Rückgewinnung lag unter 0.1%.

In der Frenke wurden insbesondere Amino G acid und Eosin nachgewiesen. Der Nachweis der Tracer erfolgte früher in der Frenke und mit höheren Konzentrationen. Damit kann ausgeschlossen werden, dass die Tracer via den Quellüberlauf in den Vorfluter gelangt sind.

7. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Felsuntergrund im Gebiet ist dominiert durch mesozoische Sedimente, welche veraltet und schuppig nach Norden überschoben wurden. Hauptsächlich liegen im Gebiet Gesteinseinheiten der Schinznach-Formation mit dem Hauptmuschelkalk, dem Trigonodus-Dolomit und Gesteinseinheiten der Klettgau-Formation mit dem Gipskeuper vor.

Sowohl die Gesteinseinheiten des Hauptmuschelkalks als auch des Trigonodus-Dolomits sind verkarstungsfähig. Die Grösse des Einzugsgebiets ergibt sich aus dem durchschnittlichen Jahresniederschlag (rund 1'000 l/m²/a), der durchschnittlichen Quellschüttung der drei Quellen (rund 1'020'000 m³/a) und dem versickernden Anteil des Niederschlagswassers (rund ein Drittel). Daraus ergibt sich eine benötigte Fläche von rund 3 km².

Das Einzugsgebiet der Quellen wurde ebenfalls im Rahmen des Forschungsprojekts BL21 untersucht [4]. Dabei wurde die Topografie des Grundwasserstauers modelliert und für das unterirdische Einzugsgebiet ein Hauptkompartiment und mindestens fünf weitere seitliche Nebenkompimente definiert, welche, zumindest unter gewissen Karstwasserständen, ebenfalls unterirdisch Wasser in das Hauptkompartiment liefern. Das Quellsystem der Quellen z'Hof ist dabei vor allem von den Nebenkompimenten 4, 5 und 6 betroffen, die Nebenkompimente 2 und 3 können jedoch via Nebenkompiment 4 ebenfalls Wasser an das Hauptkompartiment liefern. Die EPIK-Kartierung wurde auf das Areal des Hauptkompartiments, sowie Teile der Nebenkompimente 2 und 5 beschränkt.

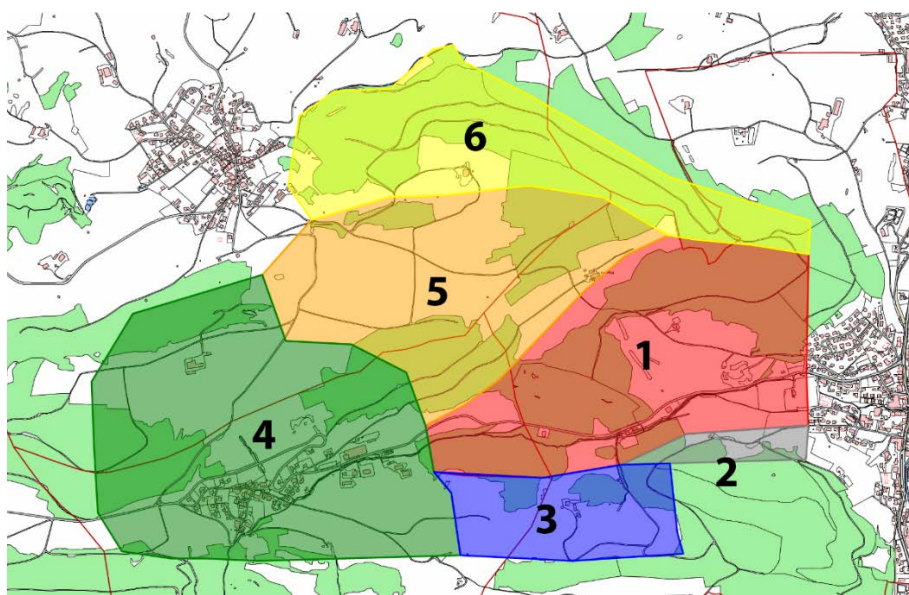


Abbildung 2 (nach Skizze aus [4]): Hauptkompartiment 1 und seitliche Nebenkompimente 2 bis 6, welche unterirdisch Wasser an das Hauptkompartiment abgeben (4, 5 und 6 zum Quellsystem z'Hof, 2, 3 und 4 zum System Martinsmatt). Die Gesamtfläche beträgt rund 3.6 km².

Im Gebiet gibt es zwei Oberflächengewässer, den Weigistbach und dessen rechten Nebenfluss Heimstenbach. Beide Gewässer führen nicht dauernd Wasser, sondern versiegen saisonal. Strukturverbesserungsmassnahmen (Drainagen) sind laut Geoview BL keine vorhanden und dem Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung sind gemäss Mail vom 25.7.2019 (Frau Barbara Meier) keine Projekte bekannt.

8. Gefahrenkataster

Auf dem Areal der Schutzzone und im gesamten Einzugsgebiet der Quelle gibt es, laut topographischer Karte und Augenscheinen vor Ort, verschiedene Konflikte, welche dem Schutz des Grundwassers entgegenwirken. Die Konflikte werden ausführlich im Konfliktplan behandelt.

Die Schutzzone S1 der Quelle z'Hof Niederdorf ist nicht mit einem Zaun geschützt. Bei der Sanierung der Kantonsstrasse wurde die Situation im Nahbereich der Quelle etwas angepasst. Es wurde eine Blocksteinmauer errichtet, welche das direkte Umfeld der Brunnstube vor Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen schützt. Ausserdem wurde das Quergerfälle der Strasse so angepasst, dass sie auf die gegenüberliegende Strassenseite entwässert. Auf dem gesamten Strassenabschnitt in der Schutzzone wird das Strassenwasser gefasst und aus der Schutzzone geleitet, so dass die Strasse nicht mehr über die Schulter entwässert.

Bei den Quellen z'Hof Oberdorf ist die Parzelle GB Oberdorf Nr. 528 mit einem ca. 1.6 m hohen Zaun ausgesteckt.

Das Areal der Schutzzonen S2 wird land- oder forstwirtschaftlich genutzt. Das unbebaute Areal der Schutzzonen S_h und S_m wird land- oder forstwirtschaftlich genutzt (Weidegang, Ackerbau).

Auf dem Areal der Schutzzone der Quellen z'Hof sind einige Flächen im Kataster der belasteten Standorte eingetragen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Auflistung der im KBS eingetragenen Parzellen

Betroffene Schutzzone	Parzelle(n) GB Nr.*	Standorttyp	Status nach AltIV
S _h	OB 590, 588	Ablagerungsstandort	belastet / keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten
S _h	OB 1016	Schiessanlagen Kurzdistanz	belastet / untersuchungsbedürftig
S _m	OB 641, 1681	Ablagerungsstandort	belastet / untersuchungsbedürftig
S _h	OB 647	Ablagerungsstandort	belastet / keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten
S _h	OB 1475	Schiessanlagen 300 m	belastet / untersuchungsbedürftig
S _m	LI 126, 127	Ablagerungsstandort	belastet / untersuchungsbedürftig

* OB Grundbuch Oberdorf; LI Grundbuch Liedertswil

9. Schutzzonenausscheidung, Schutzzonenreglement und Schutzzonenplan

9.1 Generelle Anforderungen an die Schutzzonen gem. [18]

S1: Die Schutzzone S1 soll verhindern, dass die Fassungen beschädigt oder verunreinigt werden. Die Zone S1 umfasst die unmittelbare Umgebung einer Grundwasserfassung. Sie erstreckt sich über einen Umkreis von mindestens 10 Metern um die Fassung und die Fassungsstränge. In dieser Zone sind ausschliesslich bauliche Eingriffe und Tätigkeiten erlaubt, die der Trinkwasserversorgung dienen.

Bei stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern umfasst die Zone S1 ausserdem die unmittelbare Umgebung geologischer Strukturen, bei denen Oberflächenwasser konzentriert in den Untergrund gelangt (Schluckstellen) und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung besteht. Solche geologischen Strukturen sind im Gebiet keine bekannt.

S2: Die Schutzzone S2 soll verhindern, dass das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe von Grundwasserfassungen verunreinigt wird oder der Zufluss zur Grundwasserfassung durch unterirdische Anlagen behindert wird.

Bei stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern wird die Zone S2 ausschliesslich nach der 100 m-Regel ausgeschieden (keine Anforderung an Verweilzeit im Untergrund). Der Abstand zwischen der Grenze von S1 und von S2 beträgt mindestens 100 m.

S_h und S_m: Stark heterogene Karst-Grundwasserleiter werden zusätzlich zu den Zonen S1 und S2 durch die Zonen S_h und S_m geschützt. In solchen Gebieten wird keine Zone S3 ausgeschieden. Dafür wird der grösste Teil des Einzugsgebiets der Fassung durch die Zone S_h geschützt, wenn die Vulnerabilität des Grundwasserleiters hoch ist (h = hoch), beziehungsweise durch die Zone S_m bei mittlerer Vulnerabilität (m = mittel). Die Vulnerabilität wird aufgrund der Beschaffenheit der Überdeckung (Boden und Deckschicht) und des Karstsystems sowie der Versickerungsverhältnisse bestimmt.

9.2 Dimensionierung

Die Dimensionierung richtet sich nach den Angaben in den Kapiteln 9.3 und 9.4 und ist im Anhang 3 respektive im beiliegenden Schutzzonenplan ersichtlich.

Die Schutzzone **S1** sollte einen Bereich von 10 m um alle Fassungsanlagen einschliessen. Ausgenommen ist die klare Abstromrichtung.

Die Schutzzone **S2** soll in Hauptzuflussrichtung ab der Grenze zu S1 mindestens 100 m ausgedehnt sein.

Der Rest der Schutzzone wird durch die Schutzzonen **S_h** und **S_m** eingenommen, wobei die Klassierung aufgrund der EPIK-Kartierung, respektive der neuen Erkenntnisse aus dem Markerversuch vorgenommen wird.

Die Schutzzonengrenzen richten sich, wenn immer möglich, nach den Parzellengrenzen. Die meisten Ausnahmen ergeben sich für die nördliche Begrenzung von Schutzzone S1, welche sich an Landschaftselementen Waldrand und Hecke orientiert. Ausserdem gilt es

für weite Teile der Grenze von Schutzzone S2 (ohne Ausrichtung auf Landschaftselemente oder Wege) sowie für die Aussengrenzen, v.a. an der Ost- und Nordostseite, welche sich teilweise an Waldwegen orientieren. Im Bereich des Sportplatzes wurde die Grenze so gewählt, dass sie möglichst anhand von Orientierungspunkten im Gelände erkennbar ist (Stichstrasse, Clubhaus, Waldecke zwischen GB Oberdorf Nr. 501 und 502).

9.3 EPIK-Kartierung

Mit der EPIK-Methode wird die Vulnerabilität im Einzugsgebiet einer Quelfassung kartiert. EPIK steht dabei für die vier folgenden Kriterien:

- E Entwicklung des Epikarsts
- P Schutzwirkung der Deckschicht (Protection)
- I Infiltrationsverhältnisse
- K Entwicklung des Karstnetzes

Aufgrund der Modellierung im Forschungsprojekt BL21 [4] wurde das Areal des Hauptkompartiments 1 und Teile der Nebenkompimente 2 und 5 (Abbildung 2) des unterirdischen Einzugsgebiets der Quellen z'Hof als Bezugsfläche gewählt, welche (mit wenigen Ausnahmen) parzellenweise kartiert wurde. Die Kartierung bedeutet in diesem Fall, dass für jede Parzelle für jedes der vier Kriterien die zugehörigen Indizes ermittelt werden. Aus der Summe der unterschiedlich gewichteten Indizes ergibt sich für jede Parzelle ein Schutzfaktor F, welcher für die Zuordnung zu den Schutzzonen S1, S_h und S_m verwendet wird (für S2 ist der Abstand von 100 m von der Grenze S1 das einzige Kriterium).

Die Ergebnisse der EPI-Kartierung sind im Anhang 3 grafisch dargestellt. Die Tabelle mit den Indizes ist im Anhang 4 aufgeführt.

9.4 Folgerungen aus den Feldversuchen für die Schutzzonendimensionierung

Die Eingabestellen des Markierversuchs vom 27.2.2019 wurden so gewählt, dass genauere Aussagen über die Vulnerabilität gewisser Bereiche möglich sind. Insbesondere sollte gezeigt werden, ob tatsächlich eine hohe Vulnerabilität vorliegt (was die Zuordnung zu Schutzzone S_h und entsprechend grosse Einschränkungen für die landwirtschaftliche Nutzung nach sich brächte).

Im Gebiet Talmatt zeigte sich eine Übereinstimmung der EPIK-Kartierung mit den Ergebnissen des Markierversuchs. Die Umgebung dieser Eingabestelle weist eine erhöhte Vulnerabilität auf und gehört in Schutzzone S_h.

Das Gebiet Thommeten weist gemäss den Ergebnissen aus dem Markierversuch eine geringe Vulnerabilität auf. Der Tracer konnte zwar rasch in den Quellen nachgewiesen werden, die Rückgewinnung war aber gering. Der Tracer wurde demnach gut zurückgehalten und gelangte nur in sehr geringen Konzentrationen ins Grundwasser. Das gleiche trifft auch für das Gebiet Cholholz zu. Die Umgebungen beider Eingabestellen können aufgrund der neuen Erkenntnisse demnach der Schutzzone S_m zugeordnet werden.

Aufgrund des unterschiedlichen Verhaltens der Quellen bei Trockenwetter und den Ergebnissen des Markierversuchs unterscheiden sich die Einzugsgebiete der Quellen deutlich.

Die Quelle Niederdorf ist zudem direkter und stärker durch Oberflächeneinflüsse gefährdet. Da die Schutzzonen für die drei Quellen gemeinsam ausgeschieden werden, werden keine detaillierten Untersuchungen zur Abgrenzung der jeweiligen Einzugsgebiete durchgeführt.

10. Weiteres Vorgehen

Das Wasser der Quellen z'Hof wird auch in Zukunft einen gewissen Anteil an Oberflächenwasser des Weigistbachs enthalten. Dadurch bleibt die Gefahr von Verunreinigung der Anlagen zur Wassergewinnung. Wir empfehlen, insbesondere für die Quelle z'Hof Niederdorf, das Entnahmemanagement zu überdenken. Im Idealfall wird durch technische Massnahmen sichergestellt, dass das Quellwasser verworfen wird, bevor eine mögliche bakterielle Verschmutzung oder Trübung in das Pumpwerk gelangt.

Der vorliegende hydrogeologische Bericht wurde am 15. Mai 2020, zusammen mit Schutzzonenreglement, Schutzzonenplan und Konfliktplan dem AUE BL zur Vorprüfung eingereicht. Nach dem Vorprüfungsbericht vom 7. Juli 2020 wurde der Bericht überarbeitet und wird nun auf Gesuch der Gemeinden Niederdorf und Oberdorf BL vom AUE BL, als orientierender Bestandteil der Schutzzonendokumente, öffentlich aufgelegt.

11. Schlussbemerkungen

Die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen im Bericht stützen sich auf die der Wanner AG Solothurn zum Zeitpunkt der Berichtverfassung vorliegenden Informationen und beziehen sich ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Diese Erkenntnisse und Schlussfolgerungen können nicht ohne Überprüfung auf zukünftige Verhältnisse übertragen werden. Bedeutende Änderungen des vorliegenden Projektes erfordern eine Neubeurteilung. Bei der Verwendung des vorliegenden Berichtes für andere Projekte wird jede Haftung abgelehnt.

Wanner AG Solothurn



F. Vils
Dr. sc. nat. UniNE

Verteiler:

- AUE BL, Herr Dominik Bänninger
- Gemeinde Niederdorf BL
- Gemeinde Oberdorf BL
- Gemeinde Liedertswil BL
- Kappeler InfraConsult AG, Laufen, Herr Joachim Klahre
- Wanner AG Solothurn

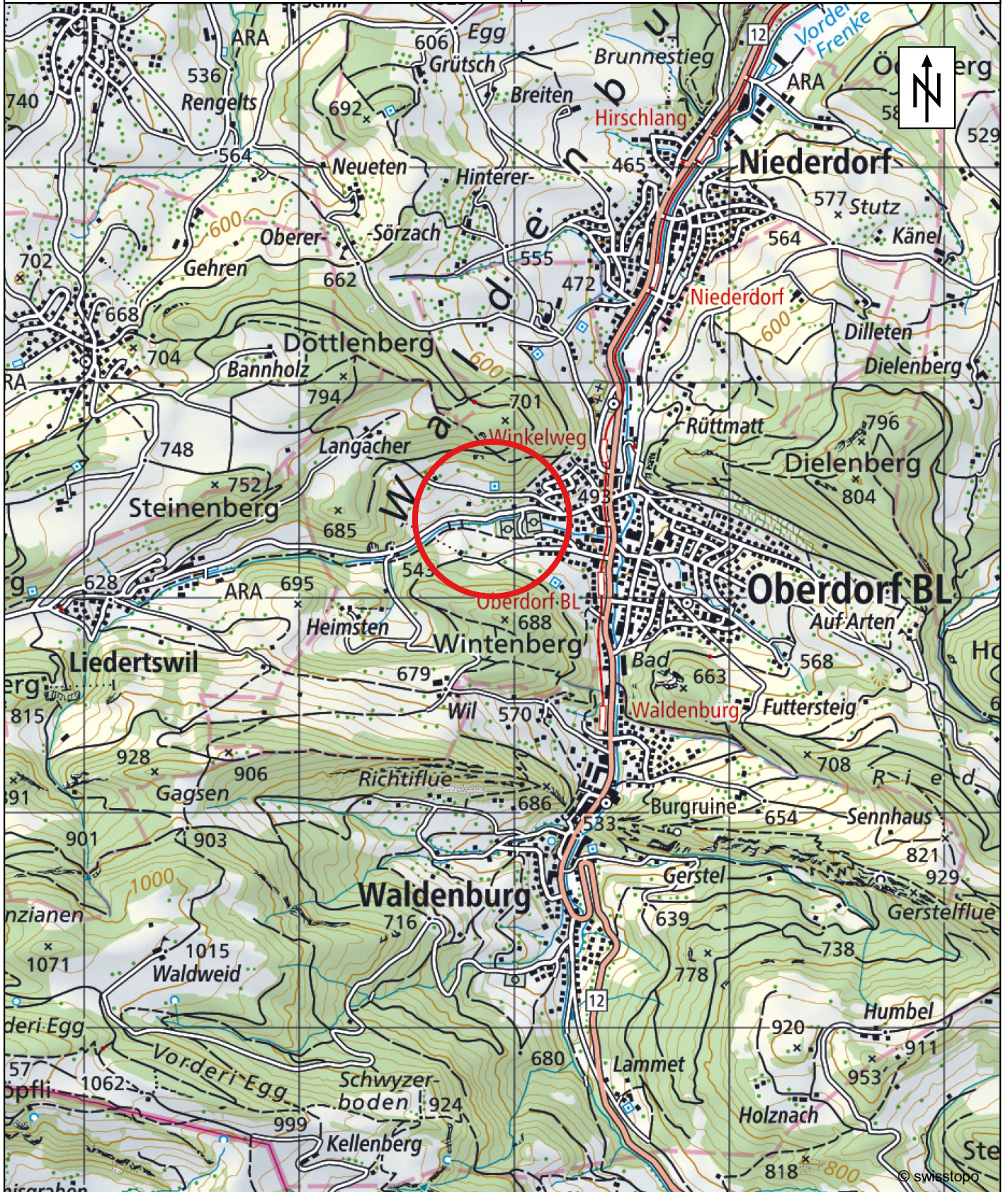
Situation 1 : 25'000

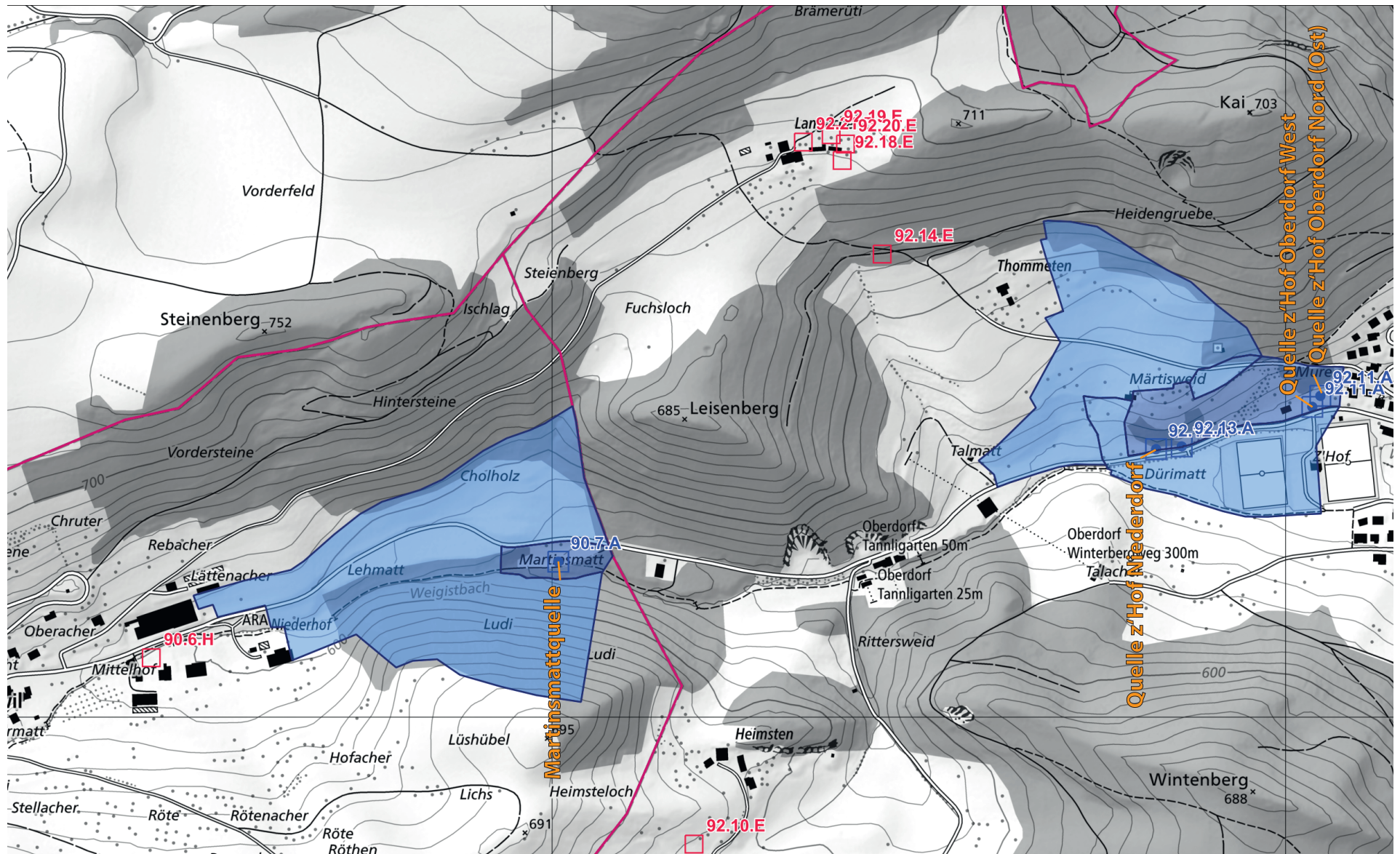
317162

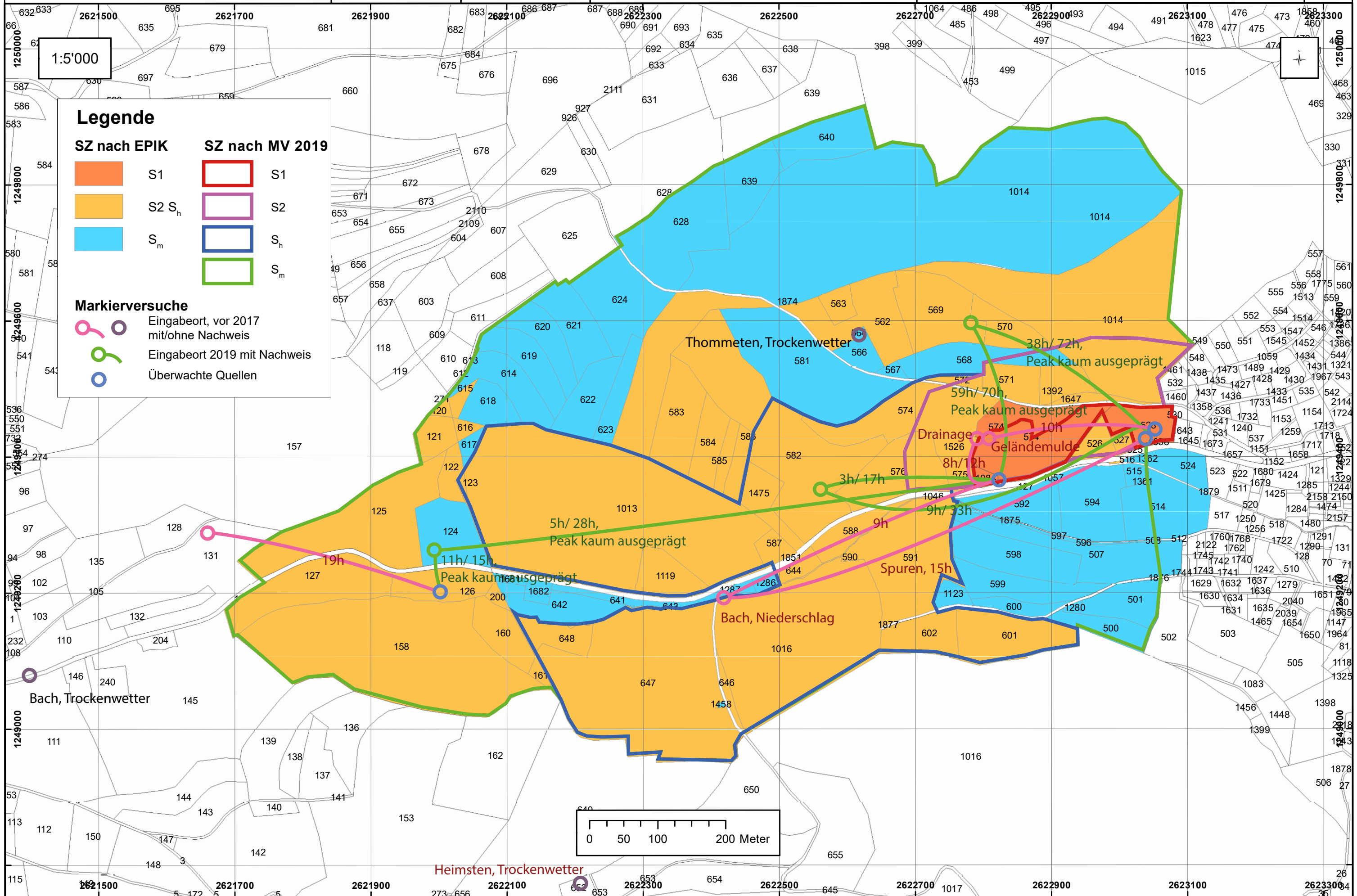
14.8.2020

Quellen z'Hof Niederdorf und Oberdorf

Schutzzonenüberarbeitung







EPIK-Kartierung Quellen z'Hof

Oberdorf

Liedertswil

Bach

E: überall 3 - keine oberflächlichen Karstphänomene wie z.B. Dolinen

P: gemäss Bodenkarten BL und AUE und Geocover

I: Weigistbach: 1, künstliche Drainagen nicht bekannt

je nach Hangneigung und landw. Nutzung: 2 oder 3

Ausserhalb Einzugsgebiet Weigistbach: 4

K: Fels oder Lockergestein: 3 - Röhren in Hauptmuschelkalk fallen sehr schnell zusammen,
Karst im Dolomit weniger ausgeprägt.

Wahl Einzugsgebiet gemäss Projekt BL 21, Kompartiment 1 und Teile Kompartiment 2

Parzelle	E (3x)	P (1x)	I (3x)	K (2x)	Schutzfaktor F	Schutzzone
120	3	1	2	3	22	Sh
121	3	2	2	3	23	Sh
122	3	3	2	3	24	Sh
123	3	3	2	3	24	Sh
124	3	3	3	3	27	Sm
125	3	3	2	3	24	Sh
126	3	3	1	3	21	Sh
127	3	3	1	3	21	Sh
127	3	3	1	3	21	Sh
158	3	2	2	3	23	Sh
160	3	2	2	3	23	Sh
161	3	2	2	3	23	Sh
200	3	2	1	3	20	Sh
271	3	1	2	3	22	Sh
500	3	2	4	3	29	Sm
501	3	3	4	3	30	Sm
507	3	3	4	3	30	Sm
508	3	3	4	3	30	Sm
514	3	2	4	3	29	Sm
515	3	3	3	3	27	Sm
516	3	2	3	3	26	Sm
524	3	3	4	3	30	Sm
526	3	2	1	3	20	Sh
527	3	2	1	3	20	Sh
528	3	1	1	3	19	S1
562	3	2	2	3	23	Sh
563	3	2	2	3	23	Sh
564	3	2	3	3	26	Sm
566	3	2	3	3	26	Sm
567	3	2	3	3	26	Sm
568	3	2	3	3	26	Sm
569	3	2	2	3	23	Sh
570	3	2	2	3	23	Sh
571	3	2	2	3	23	Sh
572	3	2	2	3	23	Sh
575	3	2	1	3	20	Sh
576	3	3	2	3	24	Sh
581	3	3	3	3	27	Sm
582	3	3	2	3	24	Sh
583	3	2	2	3	23	Sh
584	3	1	2	3	22	Sh
585	3	1	2	3	22	Sh
586	3	1	2	3	22	Sh
587	3	2	2	3	23	Sh

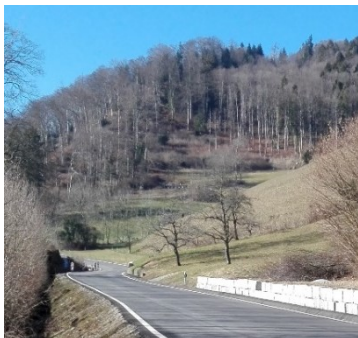
Parzelle	E (3x)	P (1x)	I (3x)	K (2x)	Schutzfaktor F	Schutzzone
588	3	1	2	3	22	Sh
590	3	2	1	3	20	Sh
591	3	2	2	3	23	Sh
592	3	3	3	3	27	Sm
594	3	3	3	3	27	Sm
595	3	2	1	3	20	Sh
596	3	3	3	3	27	Sm
597	3	3	3	3	27	Sm
598	3	3	3	3	27	Sm
599	3	3	3	3	27	Sm
600	3	3	3	3	27	Sm
601	3	2	2	3	23	Sh
602	3	2	2	3	23	Sh
613	3	3	2	3	24	Sh
614	3	3	3	3	27	Sm
615	3	2	2	3	23	Sh
616	3	3	2	3	24	Sh
617	3	3	3	3	27	Sm
618	3	3	3	3	27	Sm
619	3	3	3	3	27	Sm
620	3	3	3	3	27	Sm
621	3	3	3	3	27	Sm
622	3	2	3	3	26	Sm
623	3	2	3	3	26	Sm
624	3	3	3	3	27	Sm
640	3	3	3	3	27	Sm
641	3	3	3	3	27	Sm
642	3	3	3	3	27	Sm
643	3	2	1	3	20	Sh
644	3	1	2	3	22	Sh
646	3	2	1	3	20	Sh
647	3	3	2	3	24	Sh
648	3	3	2	3	24	Sh
1013	3	2	2	3	23	Sh
1014	3	2	3	3	26	Sm
1016	3	2	2	3	23	Sh
1046	3	2	1	3	20	Sh
1057	3	2	3	3	26	Sm
1084	3	1	1	3	19	S1
1119	3	1	2	3	22	Sh
1123	3	2	3	3	26	Sm
1280	3	3	4	3	30	Sm
1286	3	2	3	3	26	Sm
1287	3	2	3	3	26	Sm
1392	3	2	2	3	23	Sh
1458	3	3	3	3	27	Sm
1475	3	3	2	3	24	Sh
1526	3	3	1	3	21	Sh
1647	3	2	2	3	23	Sh
1681	3	2	3	3	26	Sm
1682	3	2	3	3	26	Sm
574 E	3	1	1	3	19	S1
574 W	3	3	2	3	24	Sh
628 S	3	3	3	3	27	Sm
639 S	3	3	3	3	27	Sm

Markierversuche im Zuströmbereich der z'Hofquellen und der Martinsmattquelle Oberdorf, BL

Auftraggeber:

Wanner AG Solothurn
Dornacherstrasse 29
4500 Solothurn

Vertreten durch:
Konrad Zeltner



Autor:

Eva Dörner
Geo Explorers AG
Wasserturmplatz 1, 4410 Liestal
Tel. 061 821 60 40
www.geo-ex.ch
info@geo-ex.ch



Liestal, 02.07.2019

Projekt	Markierversuch Oberdorf BL
Unterprojekt	
Objekt / Standort	z'Hofquellen Niederdorf, West und Ost (Nord) / Oberdorf BL
Auftraggeber Adresse	Wanner AG Solothurn Konrad Zeltner Dornacherstrasse 29 4500 Solothurn
Projekt- / Auftragsnummer	
Ausführende Büros	Geo Explorers AG
Projektleitung	Eva Dörner
Qualitätssicherung	Dr. Andreas Ebert
Sachbearbeitung	Eva Dörner
Dateiname / Version	19_04_Bericht Tracer zHofquellen_20190702
Datum Bericht	02. Juli 2019
Beilagen	

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	4
2	Einleitung.....	5
3	Quelldaten.....	6
4	Markierversuche.....	8
4.1	Messgeräte.....	9
4.2	Eingesetzte Tracer und Impfung.....	9
4.3	Hydrogeologie am Impfort.....	9
4.4	Witterungsverhältnisse.....	12
4.5	Ergebnisse der Tracermessungen.....	13
4.5.1	z'Hofquelle Niederdorf.....	13
4.5.2	z'Hofquellen West und Nord.....	13
4.5.3	Martinsmattquelle.....	13
4.5.4	Frenke.....	14
4.5.5	An den jeweiligen Messstellen detektierte Tracerkonzentrationen.....	15
4.5.6	Vergleich der jeweiligen Tracerkonzentrationen nach Messstelle.....	20
5	Schlussfolgerungen.....	23

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lage der Quellen Mq, HqNie, HqW und HqN.....	6
Abb. 2	Sammelbrunnenstube.....	7
Abb. 3	z'Hofquelle Niederdorf.....	7
Abb. 4	Situationsplan mit Impfangaben.....	8
Abb. 5	Niederschlag im Jahresverlauf.....	12
Abb. 6	Niederschlag während Messphase.....	12
Abb. 7	Gemessene Tracerkonzentrationen in der z'Hofquelle Niederdorf.....	15
Abb. 8	Gemessene Tracerkonzentrationen in der z'Hofquelle West + Nord.....	16
Abb. 9	Gemessene Tracerkonzentrationen in der Martinsmattquelle +z'Hofquelle West + Nord.....	17
Abb. 10	Gemessene Tracerkonzentrationen in der Martinsmattquelle.....	18
Abb. 11	Gemessene Tracerkonzentrationen in der Frenke.....	19
Abb. 12	Gemessene Eosin-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke.....	20
Abb. 13	Gemessene Amino G acid-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke.....	21
Abb. 14	Gemessene Uranin-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke.....	22

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Quelldaten.....	6
Tab. 2	Zusammenstellung der Tracerversuche.....	10

1 Zusammenfassung

Im Frühjahr 2019 wurden im potentiellen Zustrombereich der Martinsmattquelle, den z'Hofquellen Niederdorf, West und Nord zwischen Liedertswil und Oberdorf BL Markierversuche als Grundlage für eine zukünftige Schutzzonenausscheidung durchgeführt. Auf Basis eines zuvor durchgeführten Markierversuchs sowie einer ersten EPIK-Kartierung sollten mittels dreier Impfstandorte die vermuteten Zuflussgebiete nachgewiesen und eingegrenzt werden. Die Tracer wurden via Baggerschlitze in den ob. Muschelkalk-Fels eingespült.

Ein eindeutiger Eosin-Nachweis konnte in den z'Hofquellen Niederdorf sowie West & Nord erbracht werden. Der Eosin-Impfstandort lag in 263 bzw. 486 m von der Quelle entfernt. Der Tracer Eosin wurde östlich ausserhalb der momentan vorhandenen Schutzzone der Hofquellen eingegeben. Dieser Tracer wurde innerhalb von 3.5 bzw. 9.5 h in den z'Hofquellen detektiert (t_{Peak} : 17 bzw. 33 h, Rückgewinnung 33.6 bzw. 0.1%).

In den z'Hofquellen Niederdorf sowie West & Nord wurde der Tracer Amino G acid ebenfalls nachgewiesen. Dieser wurde in 269 bzw. je nach Fliessweg 378-492 m Entfernung im nördlichen Bereich der vorhandenen Hofquellen-Schutzzone eingegeben. Der Durchschlag erfolgte nach ≤ 60 h in der z'Hofquelle Niederdorf (t_{Peak} : ≤ 71 h) und nach ≤ 38 h in den z'Hofquellen West und Nord (t_{Peak} : ≤ 73 h) Die Tracer wurden niederschlagsbedingt mobilisiert und remobilisiert (Mehrfachpeaks).

Die Martinsmattquelle sowie die z'Hofquelle Niederdorf weisen Indizien für den Eintrag des Tracers Uranin auf. Der Tracer wurde nördlich der Martinsmattquelle innerhalb der bestehenden Schutzzone eingegeben. Die Entfernung zur Martinsmattquelle bzw. z'Hofquelle Niederdorf beträgt 55 bzw. 1030 m. Die Tracer wurden vermutlich niederschlagsbedingt (Re-) mobilisiert.

In der Frenke wurden insbesondere Amino G acid (815 m in 33 h, t_{Peak} : 60 h) und Eosin (1036 m in 32.5 h, t_{Peak} : 57 h) nachgewiesen.

Es zeigt sich, dass die Amino G acid-Durchschläge in der Frenke früher einsetzen und die Konzentrationen höher sind als in den Quellen. Dies bedeutet, dass die Hauptabflüsse an der Quelle vorbei zum Vorfluter erfolgten und dass dabei direktere bzw. schnellere Fliesswege aktiv waren.

Der Eintrag des Eosins in die Frenke korreliert nicht mit denen der Brunnstube. Das Eosin gelangte entweder über schnelle direkte Abflüsse an der Brunnenstube vorbei in die Frenke oder es wurden Artefakte oder die Trübung des Wassers detektiert.

2 Einleitung

Im Frühjahr 2019 wurden im potentiellen Zustrombereich der Martinsmattquelle, den z'Hofquellen Niederdorf, West und Nord zwischen Liedertswil und Oberdorf BL Markierversuche als Grundlage für eine zukünftige Schutzzonenausscheidung durch die Wanner AG Solothurn durchgeführt. Ergänzend zu früheren Markierversuchen sowie einer ersten EPIK Kartierung sollten mittels dreier Impfstandorte die vermuteten Fließwege und Zuströmbereiche bestätigt und eingegrenzt werden. Die Impfstellen wurden von der Wanner AG Solothurn vorgegeben (in Absprache mit dem AUE BL, Domenik Bänninger). Die vorgesehene Impfstelle Cholholz musste aufgrund der zu mächtigen Deckschicht (>3 m) ~38 m nach Osten verschoben werden.

Die Tracer wurden via Baggerschlitz in den ob. Muschelkalk-Fels eingespült.

Geo Explorers AG wurde im Januar 2018 von der Wanner AG Solothurn beauftragt die Markierversuche im Zuströmbereich der Martinsmattquelle sowie der z'Hofquellen Niederdorf, West und Nord durchzuführen. Nach einer längeren vergleichsweise trockenen Phase im Sommer/ Herbst 2018 wurde im Anschluss an zwei etwas länger anhaltenden Niederschlagsphasen im Januar und Februar 2019 entschieden, die Markierversuche durchzuführen.

3 Quelldaten

Die z'Hofquellen liegen am östlichen Rand von Oberdorf in Richtung Liedertswil (Abb. 1). Die Quellen werden zur Trinkwasserversorgung von Oberdorf sowie Niederdorf verwendet. Die Quelldaten sind der untenstehenden Tabelle zu entnehmen.

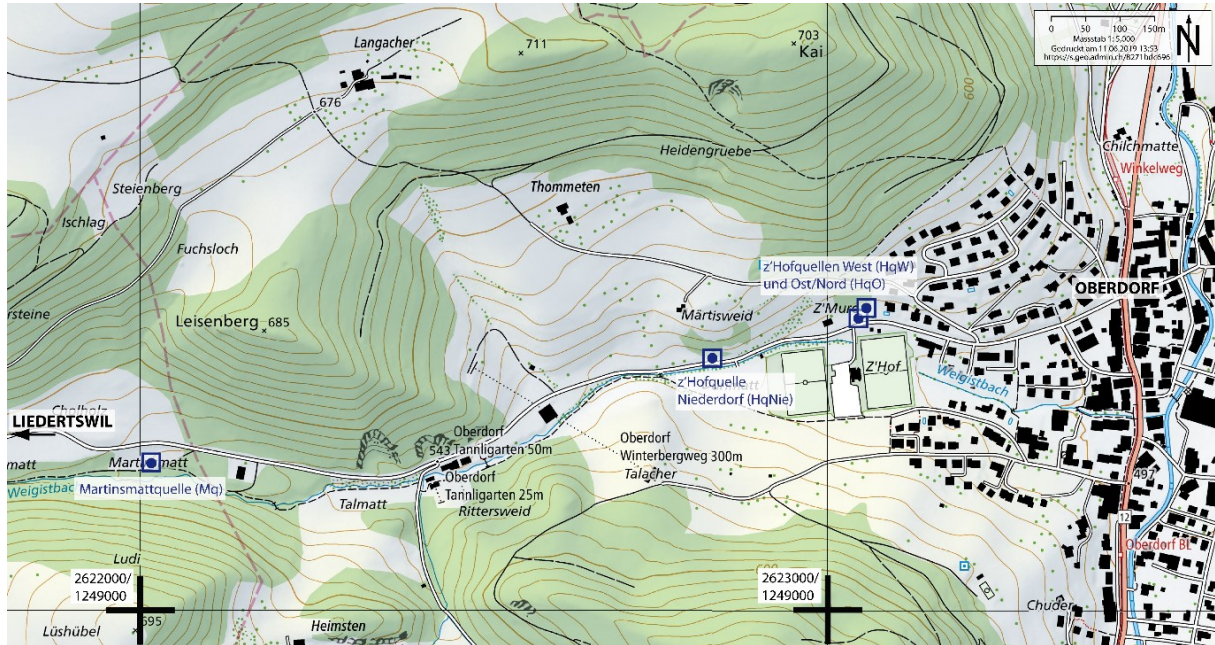


Abb. 1 Lage der Quellen Mq, HqNie, HqW und HqN

Tab. 1 Quelldaten

Anlage Name	z'Hofquelle Niederdorf (HqNie)	z'Hofquelle West (HqW)	z'Hofquelle Ost bzw. Nord (HqO)	Martinsmattquelle (Mq)
Katastrnummer	92.12.A	92.11.A	92.11.A	90.7.A
Koordinaten	2622824/ 1249364	2623037/ 1249422	2623048/ 1249437	2622009/ 1249211
Gemeinde	Oberdorf BL	Oberdorf BL	Oberdorf BL	Liedertswil
Versorger	Einwohnergem. Niederdorf	Einwohnergem. Oberdorf	Einwohnergem. Oberdorf	Einwohnergem. Oberdorf
Nutzungstyp + Status	Trinkwasser öffentlich, aktiv	Trinkwasser öffentlich, aktiv	Trinkwasser öffentlich, aktiv	Trinkwasser öffentlich, aktiv
Ø Quellschüttung	654 l/min (Ø Feb. - April 2019)**	174 l/min (Ø Jan. - April 2019)***	469 l/min (Ø Jan. - April 2019)***	500 l/min (Ø Jan. - April 2019)***
November 2015	475 l/min*	180 l/min***	586 l/min*	121 l/min*
Januar 2019	-	172 l/min***	442 l/min***	124 l/min***
Februar 2019	755 l/min**	176 l/min***	478 l/min***	113 l/min***
März 2019	677 l/min**	174 l/min***	478 l/min***	135 l/min ***
April 2019	531 l/min**	171 l/min***	478 l/mi ***	128 l/min ***
Bemerkung	Ableitung in Sammelbrunnstube z'Hof			

* Quelle: GeoView BL, 11.06.2019

** Quelle: Heinis AG, 26.06.2019

*** Quelle: Tschudin Haustechnik, 14.05.2019



Abb. 2 Sammelbrunnenstube

der Martinsmattquelle sowie der z'Hofquellen West & Ost mit eingesetzten Fluorometern (f729, f930 und 931)

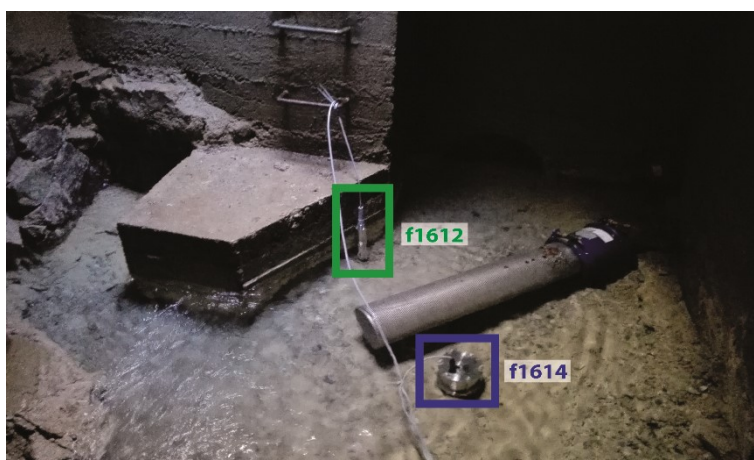


Abb. 3 z'Hofquelle Niederdorf

mit eingesetzten Fluorometern (f1612 und f1614)

4.1 Messgeräte

Es wurde an drei Messstationen (1. Zuflusshöhle der z'Hofquelle Niederdorf, 2. Sammelbrunnenstube der Quellen Martinsmatt, z'Hofquelle Nord und West und 3. in der Frenke) gemessen (vgl. Abb. 4). Es kamen sechs Fluorometer zum Einsatz. Jedes Fluorometer kann drei unterschiedliche Tracer digital messen. Die Nachweisgrenze liegt je nach Tracer und Wasserzusammensetzung bei 0.02 ppb (Uranin) bis 1 ppb (1 ppb = 10^{-9} g/ml). Das Messintervall lag bei 5 Minuten.

4.2 Eingesetzte Tracer und Impfung

Es wurden drei Tracer Uranin (bzw. Fluorescein), Amino G acid und Eosin verwendet. Diese lassen sich bei gleichzeitiger Messung gut unterscheiden, haben eine tiefe Nachweisgrenze, sind gut wasserlöslich, sind im Untergrund relativ stabil und werden nur wenig vom Untergrund sorbiert. Zudem sind sie unbedenklich für Natur und Lebewesen.

Die Tracerlösungen wurden in $\sim 6.5 / 14 / 17.5 \text{ m}^3$ grosse Gruben gegeben und in die ungesättigte Zone gespült. Dabei wurde mit mind. 14'000 l nachgespült. Mit dem ausgiebigen Nachspülen sollte versucht werden, die Tracermischung bis auf den wahrscheinlich tiefen Felsgrundwasserspiegel zu spülen. Das Spülen mit Frischwasser hat gezeigt, dass oberflächennah sehr gute (unmittelbar versickert, zu schnell zum Messen) bis gute (k_f -Wert ca. $1.25 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) Durchlässigkeiten vorhanden sind. Die drei Impfungen erfolgten nacheinander am 27.02.2019 zwischen 08:50 Uhr und 14:30 Uhr.

4.3 Hydrogeologie am Impfort

Der Typ und die tatsächliche Tiefe des Felsgrundwassers kann aufgrund fehlender Daten nur vermutet werden. Erfahrungen in ähnlichen Settings zeigen, dass der Felsgrundwasserspiegel bei einigen Zehner Metern u. T. liegt und je nach Witterung stark variieren kann. Es wird vermutet, dass das Felsgrundwasser entlang von Klüften, Bruchzonen und evtl. auch Karsthohlräumen in Richtung Quelle gelangt.

Tab. 2 Zusammenstellung der Tracerversuche

Impfort	Impfzeit	Markierstoff / Menge Eingabebereich Angaben zur Durchführung Durchlässigkeit Untergrund	Messorte: Distanz Impfort – Messort Angaben zur Messung	Durchschlagszeit bzw. Min. Verweildauer max. Abstands- geschwindigkeit	Peakzeit bzw. domin. Verweildauer Höchstkonz. (ppb) Mittl. $V_{\text{Fließ}}$ Dispersivität, Dispersionskoeffizient	Rückgewinnung (%) Anmerkungen
«Talmatt» (Tm) bei Schiesstand, oberhalb Hütte, Oberdorf Parz. 582 2622562 / 1249352 542 m ü.M.	27.02.2019 / 10:00 Uhr	Eosin 1600 g , Eingabe in Grube (2.5x2.0x1.3 m) in mürben Trigonodusdolomit ca. 30 Liter Frischwasser vorgespült, 14'000 Liter Frischwasser nachgespült zugegebenes Frischwasser unmittelbar abgeflossen, sehr gute Durchlässigkeit des Gesteins	Tm – Mg: 580 m, f930	<i>Indizien für Eosin.</i> 28.02.2019 12:00 Uhr $t_{\text{Erstaufreten}}$: 26 h V_{max} : 22.31 m/h	<i>Indizien für Eosin</i> 01.03.2019 11:45 Uhr t_{Peak} : 49 h 45 min C_{Peak} : 0.04 ppb V_{Peak} : 11.73 m/h <i>Mehrfachpeaks</i>	Unwahrscheinlich, dass Eosin von tiefer gelegener Eingabestelle Talmatt entgegen dem Grundwasserstrom zum Einzugsgebiet der Martinsmattquelle gelangt ist. Nachweis spricht vielmehr für die oben beschriebenen Zuflüsse z.B. in undichte Zuleitungen o. Sammelbrunn- stube.*
			Tm – HqNie: 263 m (f1612 u. f1614)	27.02.2019 15:30 Uhr $t_{\text{Erstaufreten}}$: 3 h 30 min V_{max} : 78.86 m/h	28.02.2019 03:00 Uhr t_{Peak} : 17 h C_{Peak} : 190.76 ppb V_{Peak} : 14.6 m/h α_L : 20.40 m D_L : 298.22 m ² /h	~33.6 % Rückgewinnung (bis zum 25.04.2019)
			Tm – HqW+HqN: 486 m (f931), Redundanzmessung mit f729	27.02.2019 19:35 Uhr $t_{\text{Erstaufreten}}$: 9 h 35 min V_{max} : 50.7 m/h	28.02.2019 19:00 Uhr t_{Peak} : 33 h 00 min C_{Peak} : 18.02 ppb V_{Peak} : 14.7 m/h α_L : 53.16 m D_L : 782.95 m ² /h Ab Anfang/ Mitte März kontinuierlicher Anstieg der mit f931 gemessen- en Eosin-Konzentration. Die Messung des f729 zeigt über den gleichen Zeitraum kontinuierlich sinkende Eosin-Werte.	~0.1 % Rückgewinnung (bis zum 19.03.2019). Der kontinuierliche Eosin-Shift bei f931, Anfang/ Mitte März, kann auf Ablagerungen im Wasser zurückgeführt werden, auf welche die Eosin-Lampe des Bohrlochfluorometers reagiert hat. f729 weist keinen Shift auf, da das Durchflussfluorometer weniger anfällig für Ablagerungen ist.
			HqNie (M1) – HqW+HqN (M2): 223 m (f931), Redundanzmessung mit f729	$t_{\text{HqNie}} - \text{HqW+HqN}$: 4 h 05 min V_{max} : 54.61 m/h		
		Tm – Frenke (M3): 1036 m (f1600)	~28.02.2019 18:35 Uhr $t_{\text{Erstaufreten}}$: 32 h 35 h V_{max} : 31.80 m/h	~01.03.2019 18:50 Uhr t_{Peak} : 56 h 50 min C_{Peak} : 55.92 ppb V_{Peak} : 18.23 m/h <i>Mehrfachpeaks</i>	Der Überlauf der Brunnstube wird in den Weigistbach geleitet, welcher in die Frenke mündet. Eosin-Eintrag in Frenke korreliert nicht mit denen der Brunnstube. Schneller direkter Abfluss, Artefakt oder Trübung möglich.	

* falls geologisch interpretierbar, so erfolgt die Interpretation durch das zuständige Geologiebüro

Geologie

Grundwasser

Erdwärme

Geophysik



«Hof Thommeten» (HT), Oberdorf Parz. 569 2622717 / 1249596 588 m ü.M.	27.02.2019 / 08:50 Uhr Amino G acid 1800 g. Eingabe in Grube (3.5x2.0x2.0 m) in Lehm und Gehängeschutt auf schwach geklüfteten Hauptmuschelkalk Ca. 30 Liter Frischwasser vorgespült, 21'000 Liter Frischwasser nachgespült zugegebenes Frischwasser mit ca. 1.2 cm/min abgeflossen, kf-Wert = $2 \cdot 10^{-4}$ m/s, gute Durchlässigkeit des Gesteins	HT – Mq (M2): 820 m (f930)	Indizien für Amino G. 10.03.2019 14:30 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: 269 h 40 min</i> <i>V_{max}: 3.04 m/h</i>	Indizien für Amino G. 12.03.2019 06:10 Uhr <i>t_{Peak1}: 309 h 20 min</i> <i>C_{Peak1}: 4.19 ppb</i> <i>V_{Peak1}: 2.65 m/h</i> Mehrfachpeaks	Unwahrscheinlich, dass Amino G von tiefer gelegener Eingabestelle Talmatt entgegen dem Grundwasserstrom zum Einzugsgebiet der Martinsmattquelle gelangt ist. Nachweis spricht vielmehr für die oben beschriebenen Zuflüsse z.B. in undichte Zuleitungen o. Sammelbrunnstube.*
		HT – HqNie (M1): 269 m (f1612 u. f1614)	≤01.03.2019 20:30 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: ≤59 h 40 min</i> <i>V_{max}: ≥4.5 m/h</i>	≤02.03.2019 07:45 Uhr <i>t_{Peak1}: ≤70 h 55 min</i> <i>C_{Peak1}: ≥7.71 ppb</i> <i>V_{Peak1}: ≥3.79 m/h</i> Mehrfachpeaks	Bei grossen Aussschlägen können Amino g acid und Eosin gegenläufig sein. Daher wird der erste Amino G-Peak ev. überdeckt.
		HT – HqW+HqN (M2): 378-492 m (f931), Redundanzmessung mit f729	≤28.02.2019, 23:00 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: ≤38 h 10 min</i> <i>V_{max}: ≥9.9-12.89 m/h</i>	≤02.03.2019 14:40 Uhr <i>t_{Peak1}: ≤72 h 50 min</i> <i>C_{Peak1}: ≥3.75 ppb</i> <i>V_{Peak1}: ≥4.86-6.32 m/h</i> Mehrfachpeaks	Bei den remobilisieren Amino G-Peaks kommt der Tracer vom HT zuerst in der HqNie (~10.03.2019 18:55 Uhr) und anschliessend in den HqW+HqN (~11.03.2019 03:35 Uhr) an.
		HT – Frenke (M3): 815 m (f1600)	~28.02.2019 18:25 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: 33 h 00 h</i> <i>V_{max}: 24.27 m/h</i>	~01.03.2019 21:05 Uhr <i>t_{Peak1}: 60 h 15 min</i> <i>C_{Peak1}: 32.46 ppb</i> <i>V_{Peak1}: 13.63 m/h</i> Mehrfachpeaks	Der Überlauf der Brunnstube wird in den Weigistbach geleitet, welcher in die Frenke mündet. Amino G acid kommt schneller in der Frenke an, als in den Quellen. Haupsabflüsse erfolgen an den Quellen vorbei zum Vorfluter.
«Cholholz» (Ch), Liedertswil, nordöstlich Martinsmattquelle Parz. 124 2622024 / 1249260 576 m ü.M.	27.02.2019 / 14:30 Uhr Uranin 2200 g. Eingabe in Grube (3.5x2.0x2.5 m) in Lehm und Gehängeschutt auf schwach geklüfteten Hauptmuschelkalk ca. 30 Liter Frischwasser vorgespült, 14'000 Liter Frischwasser nachgespült zugegebenes Frischwasser mit ca. 0.75 cm/min abgeflossen, kf-Wert = $1.25 \cdot 10^{-4}$ m/s, gute Durchlässigkeit des Gesteins	Ch – Mq (M2): 55 m, f930	Indizien für Uranin. 28.02. 01:45 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: 11 h 15 min</i> <i>V_{max}: 4.97 m/h</i>	Indizien für Uranin. 28.02.2019 06:10 Uhr <i>t_{Peak1}: 15 h 40 min</i> <i>C_{Peak1}: 0.05 ppb</i> <i>V_{Peak1}: 3.51 m/h</i> Mehrfachpeaks	Mehrfachpeaks, wahrscheinlich aufgrund niederschlagsbedingter (Re-) Mobilisierung Nachweis in Mq und HqNie ähneln sich, aber Nachweis in HqNie erfolgt zeitlich verzögert.
		Ch – HqNie (M1): 1030 m, f1612 und f1614	Indizien für Uranin. 27.02. 20:20 Uhr <i>t_{Erstauftreten}: 5 h 50 min</i> <i>V_{max}: 181.23 m/h</i>	Indizien für Uranin. 28.02.2019 19:10 Uhr <i>t_{Peak1}: 28 h 40 min</i> <i>C_{Peak1}: ~0.4 ppb</i> <i>V_{Peak1}: 35.93 m/h</i> Mehrfachpeaks	
		Ch – HqW+HqN (M2): 1253 m, f931	kein Nachweis		
		Ch – Mq+HqW+HqN (M2): 1253 m, f729	ähnlich CH-Mq und CH-HqNie		s.o.
		Ch – Frenke (M3): 1803 m, f1600	Indizien für Uranin. Mehrfachpeaks		Der Überlauf der Brunnstube wird in den Weigistbach geleitet, welcher in die Frenke mündet.

* falls geologisch interpretierbar, so erfolgt die Interpretation durch das zuständige Geologiebüro

4.4 Witterungsverhältnisse

Die Detailwitterung wird in Abb. 5 dargestellt. Von Juni bis Ende Oktober 2018 gab es nur wenige aufeinanderfolgende Regentage, welche jeweils von mehrtägigen, z.T. mehrwöchigen Trockenphasen unterbrochen wurden. Bis November waren die Niederschläge unterdurchschnittlich.

Von Dezember 2018 bis zum 15. Februar 2019 erfolgten drei etwas stärkere Niederschlagsperioden, in deren Anschluss die Tracerimpfungen erfolgten. Um den Schaden durch die Befahrung «nasser» landwirtschaftlich genutzter Flächen für die Pächter möglichst gering zu halten, erfolgte die effektive Impfung der Tracer erst am 27.02.2019.

Der erste Niederschlag nach der Impfung erfolgte am 01.03.2019. Es folgten weitere geringe Niederschläge bis zum 18.03.2019. Daraufhin folgte eine trockene Phase, welche bis zum Ende des Markerversuchs am 25.04.2019 anhielt. Unterbrochen wurde diese Trockenphase am 3., 4. und 16. 04.2019 mit 5-11 mm/Tag (vgl. .Abb. 6)

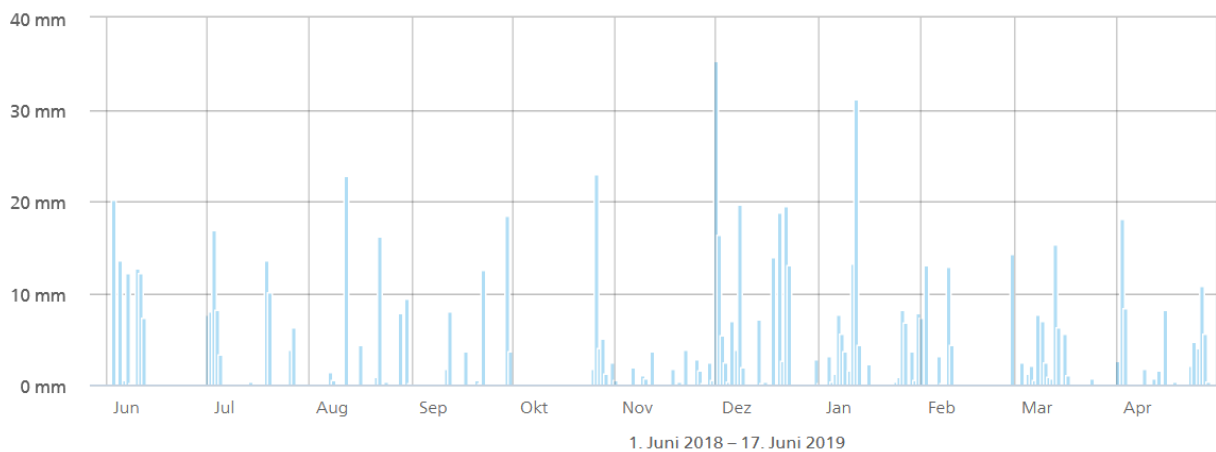


Abb. 5 Niederschlag im Jahresverlauf

Tägliche Niederschlagsmessungen an der Meteo-Schweiz Messstation Langenbruck (2624250/1244720) ca. 5 km SSO.

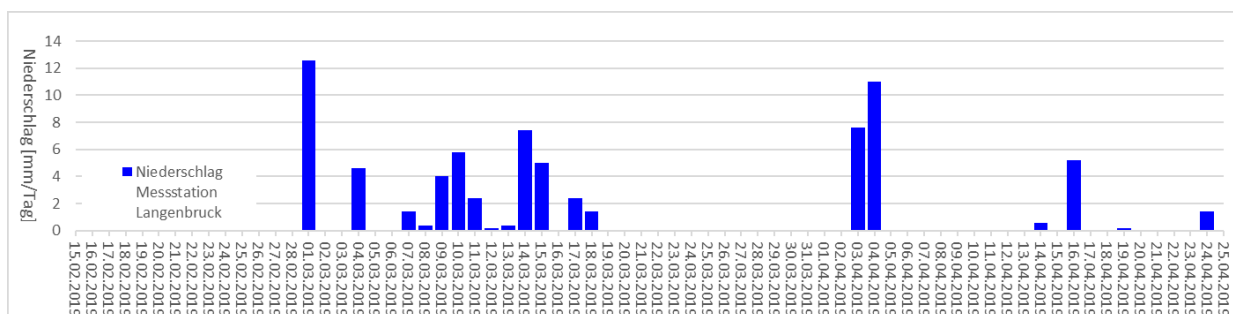


Abb. 6 Niederschlag während Messphase

4.5 Ergebnisse der Tracermessungen

4.5.1 z'Hofquelle Niederdorf

In der z'Hofquelle Niederdorf (Abb. 7, f1614, f1612) wurde eindeutig die Ankunft des **Eosins nachgewiesen** ($t_{\text{Erstauftreten}}$ 3.5 h, Rückgewinnung: 33.6 %). Es handelt sich um eine typische Durchgangskurve. Die Form der Kurve spricht für ein geklüfteten Felsquifer mit schnellen weiten und stark durchlässigen evtl. verkarsteten Brüchen und Klüften (rascher starker Anstieg der Kurve), sowie einem weiten verzweigten engen Kluftnetz (langsames Abklingen). Der Durchschlag erfolgte um sechs Stunden früher als in den z'Hofquellen West und Nord (vgl. Abb. 12). Eosin zeigt wie im Fall der anderen Tracer eine Remobilisation durch Niederschläge. Bis zum Ende der Messungen war der Tracer noch nicht vollständig abgeklungen.

Für die Ankunft des **Uranins und des Amino G acids** sind ebenfalls **schwache Nachweise** vorhanden. Diese zeigen ein ähnliches Verhalten wie in der Martinsmattquelle und werden dreimal gemessen (11.+12., 16.+17.03., 05-10.04.). Die Mobilisierung und Remobilisierung dieser Tracer erfolgte durch Niederschläge. Beide Fluorometer zeigen dieselben Ergebnisse. Der erste Uranin und Amino G acid-Peak wird durch den starken Eosin-Peak überlagert, sodass der Erstdurchschlag des Tracers nicht genau definiert werden kann. Uranin zeigt aber erhöhte Werte (27.02.-01.03.) und Amino G acid einen kleinen Peak am 02.03. (vgl. Abb. 7). Es wird auf die Interpretation bei der Martinsmattquelle verwiesen.

4.5.2 z'Hofquellen West und Nord

Abb. 8 zeigt die Tracerkurven der z'Hofquellen West und Nord (f931, f729). **Eosin** zeigt auch hier eine eindeutige und typische **Durchgangskurve** mit einem Peak ($t_{\text{Erstauftreten}}$ 9.5 h, Rückgewinnung: ~0.1%). Die ähnlichen Kurven in der z'Hofquelle Niederdorf und den z'Hofquellen West und Nord untermauern den Zufluss im geklüfteten Felsaquifer. Der kontinuierliche Shift im Laufe der Messung kann durch Ablagerungen im Wasser, auf welche die Eosin-Lampe insbesondere bei den Bohrlochfluorometern reagiert hat, zurückgeführt werden. Am 18.03. wurde das Fluorometer geputzt, wodurch sich der Wert stark verringert hat. Die Redundanzmessung mit f729 (Abb. 9) weist keinen Anstieg des Eosins auf.

Amino G acids wurde ähnlich wie in den anderen Quellen **nachgewiesen**. Die Ankunft des Amino G acids in der Quelle wird zwar von dem starken Eosin-Peak überlagert, sodass der Erstdurchschlag des Tracers nicht genau definiert werden kann. Jedoch steht fest, dass der Tracer in weniger als ~38 Stunden zu den z'Hofquellen Nord und West gelangte. Quantitativ ist aber nur sehr wenig zur Quelle gelangt. Dies kann daran liegen, dass beim Infiltrationsort nur wenig Tracer bis in das Grundwasser gespült wurde, oder dass die Haupttracerfront an der Quelle vorbeigeflossen ist, oder dass im Gestein und dichten Kluftnetzwerk der Tracer absorbiert wurde.

Die Mehrfachpeaks weisen auf eine niederschlagsbedingte (Re-)Mobilisierung des Tracers hin.

Es ist **kein Uranin-Nachweis** in den z'Hofquellen Nord und West erfolgt.

4.5.3 Martinsmattquelle

In der Abb. 10 wird die mit dem Fluorometer f930 gemessene Tracerkonzentration in der Martinsmattquelle bei Liedertswil dargestellt. Gemessen wurden die Konzentrationen in der Sammelbrunnenstube Hof ca. 1253 m unterhalb in Richtung Oberdorf. Von den drei eingegebenen Tracern sind schwache Nachweise bzw. **Indizien für Uranin** (16+17.03.) und

Amino G acid (11.+12., 16.+17.03., 05-10.04.) vorhanden. Beide Kurven zeigen Mehrfachpeaks. Besonders die Nachweise am 16.+17.03. zeigen zwar geringe Werte aber eine typische Durchgangskurve (steiler Anstieg und flaches Abfallen der Tracerkonzentrationen). Die Nachweise / Indizien korrelieren mit der Schüttung und folglich auch mit einer Mobilisation durch Niederschlag.

Der Nachweis des beim Hof Thommeten eingegebenen Amino Gs in der Martinsmattquelle ist auf direktem Weg topographisch und geologisch gesehen eher unwahrscheinlich (Zuflüsse entgegen dem mutmasslichen Grundwasserfluss). Auffällig ist die Ähnlichkeit der Tracerkonzentrationen in der Martinsmattquelle zu denen in den Hofquellen. (vgl. Abb. 13). Es ist jedoch ein leichter zeitlicher Versatz von wenigen Stunden der Amino G-Ankunftskurven erkennbar: 1. HqNie, 2. HqW, 3. Mq. Dies deutet daraufhin, dass die Tracer-Ankunft von einer praktisch gleichen Front erfolgt sein muss. Eine Erklärungsmöglichkeit wäre, dass die Zuflussleitung der Martinsmattquelle zur Sammelbrunnstube z'Hof undicht ist, sodass die Amino G Konzentrationen der anderen Quellen mitgemessen werden. Der Fakt, dass der Verlauf der Kurven nicht ganz identisch ist, untermauert dies, da die Tracerfront an unterschiedlichen Stellen die Leitung bzw. die Hofquellen erreicht hat.*

Uranin zeigt erst ab dem 11.03. ähnliche Peaks wie die z'Hofquelle Niederdorf. Die Ankunft des Uranins ist bei den ersten zwei vermuteten Durchschlägen nicht niederschlagsgebunden (Durchschlag nach ~11 h). Beide Markierstoffe lassen eine niederschlagsbedingte Remobilisierung erkennen.

Es sind Indizien für Eosin vorhanden. Diese sind jedoch sehr schwach (<0.04 ppb). Die Peaks entsprechen nicht denen, des Amino Gs und Uranins. Dies würde dem Leitungseffekt widersprechen, ausser der Tracer hat einen anderen, ev. tieferen Fließweg im Fels genommen. In diesem Fall müssten die beiden anderen Tracer zumindest teilweise auch oberflächennah z.B. im Lockergestein entlang des Baches geflossen sein, sodass sie in die Leitungen oder den Sammelschacht gelangen konnten.*

4.5.4 Frenke

In der Frenke (Abb. 11) wurden insbesondere Eosin und Amino G acid nachgewiesen, wenn auch die Kurven durch Artefakte wie Trübung oder Organik überlagert sind. Auf den Vergleichsabbildungen Abb. 12 bis Abb. 14 können die Tracernachweise eindeutiger korreliert werden.

Insbesondere beim Amino G acid zeigt sich eine sehr ähnliche Kurve mit Remobilisationen nach Niederschlägen wie bei den Quellen. Es zeigt sich, dass bei Amino G acid die Durchschläge in der Frenke früher einsetzen und die Konzentrationen höher sind als in den Quellen. Dies bedeutet, dass die Hauptabflüsse an der Quelle vorbei zum Vorfluter erfolgten und dass dabei direktere bzw. schnellere Fließwege aktiv waren.

Der Eintrag des Eosins in die Frenke korreliert nicht mit denen der Brunnstube. Eosin scheint durch Niederschläge mobilisiert zu werden. Die Verzögerung liegt bei wenigen Stunden bis Tagen. Es besteht ein kleiner Peak am 1.3., welcher ev. schnelle direkte Abflüsse an der Brunnstube vorbei in die Frenke widerspiegelt. Es besteht zudem die Möglichkeit, dass Artefakte oder die Trübung des Wassers detektiert wurden.

* falls geologisch interpretierbar, so erfolgt die Interpretation durch das zuständige Geologiebüro

4.5.5 An den jeweiligen Messstellen detektierte Tracerkonzentrationen

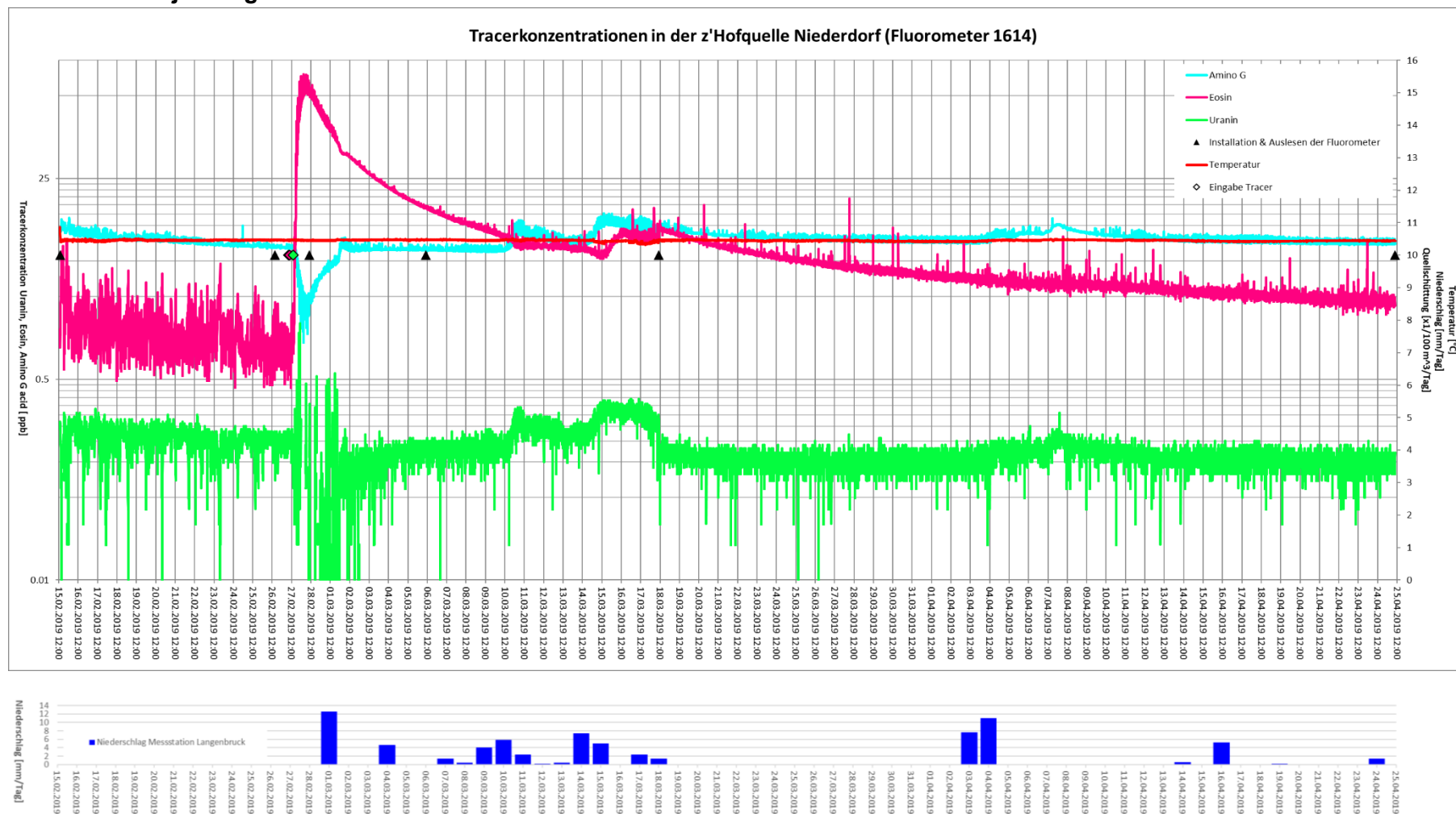


Abb. 7 Gemessene Tracerkonzentrationen in der z'Hofquelle Niederdorf

Oben Tracerwerte von Uranin (grün, linke y-Achse), Eosin (pink, linke y-Achse) und Amino G acid (hellblau, linke y-Achse) sowie Wassertemperatur (rot, rechte y-Achse) und Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer (schwarze Dreiecke) vs. Messzeit. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit dem digitalen Fluorometer f1614 in der Quelfassung gemessen. Eosin und Amino G acid wurde nachgewiesen. Indizien für Uranin sind vorhanden. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

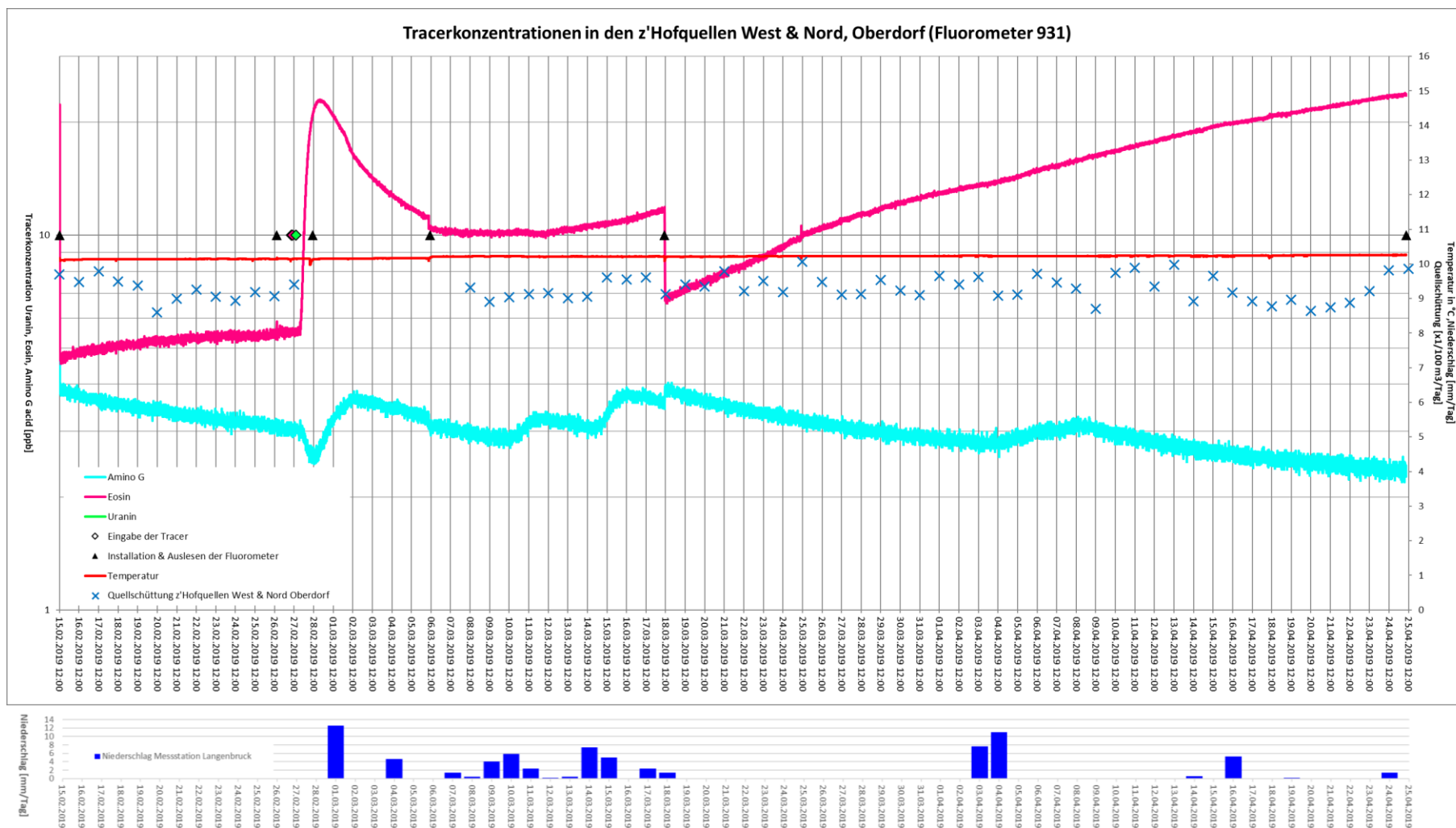


Abb. 8 Gemessene Tracerkonzentrationen in der z'Hofquelle West + Nord

Oben Tracerwerte von Uranin (grün, linke y-Achse), Eosin (pink, linke y-Achse) und Amino G acid (hellblau, linke y-Achse) sowie Wassertemperatur (rot, rechte y-Achse) und Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer (schwarze Dreiecke) vs. Messzeit. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit dem digitalen Fluorometer f931 in der Sammelbrunnenstube gemessen. Eosin wurde nachgewiesen. Indizien für Amino G acid sind vorhanden. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

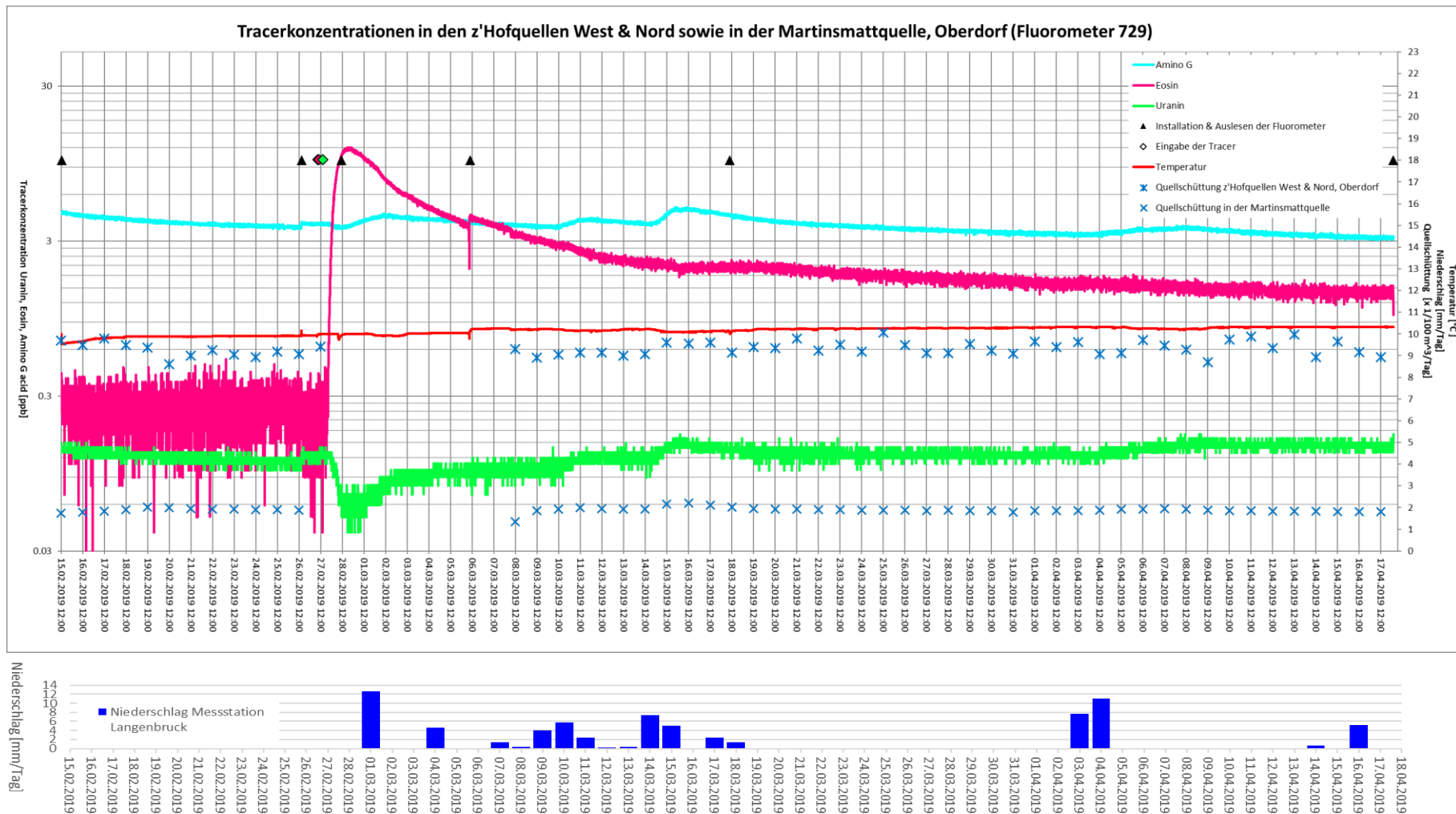


Abb. 9 Gemessene Tracerkonzentrationen in der Martinsmattquelle +z'Hofquelle West + Nord

Oben Tracerwerte von Uranin (grün, linke y-Achse), Eosin (pink, linke y-Achse) und Amino G acid (hellblau, linke y-Achse) sowie Wassertemperatur (rot, rechte y-Achse) und Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer (schwarze Dreiecke) vs. Messzeit. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit dem digitalen Fluorometer f729 in der Sammelbrunnenstube gemessen. Eosin wurde nachgewiesen. Indizien für Amino G und Uranin sind vorhanden. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken).

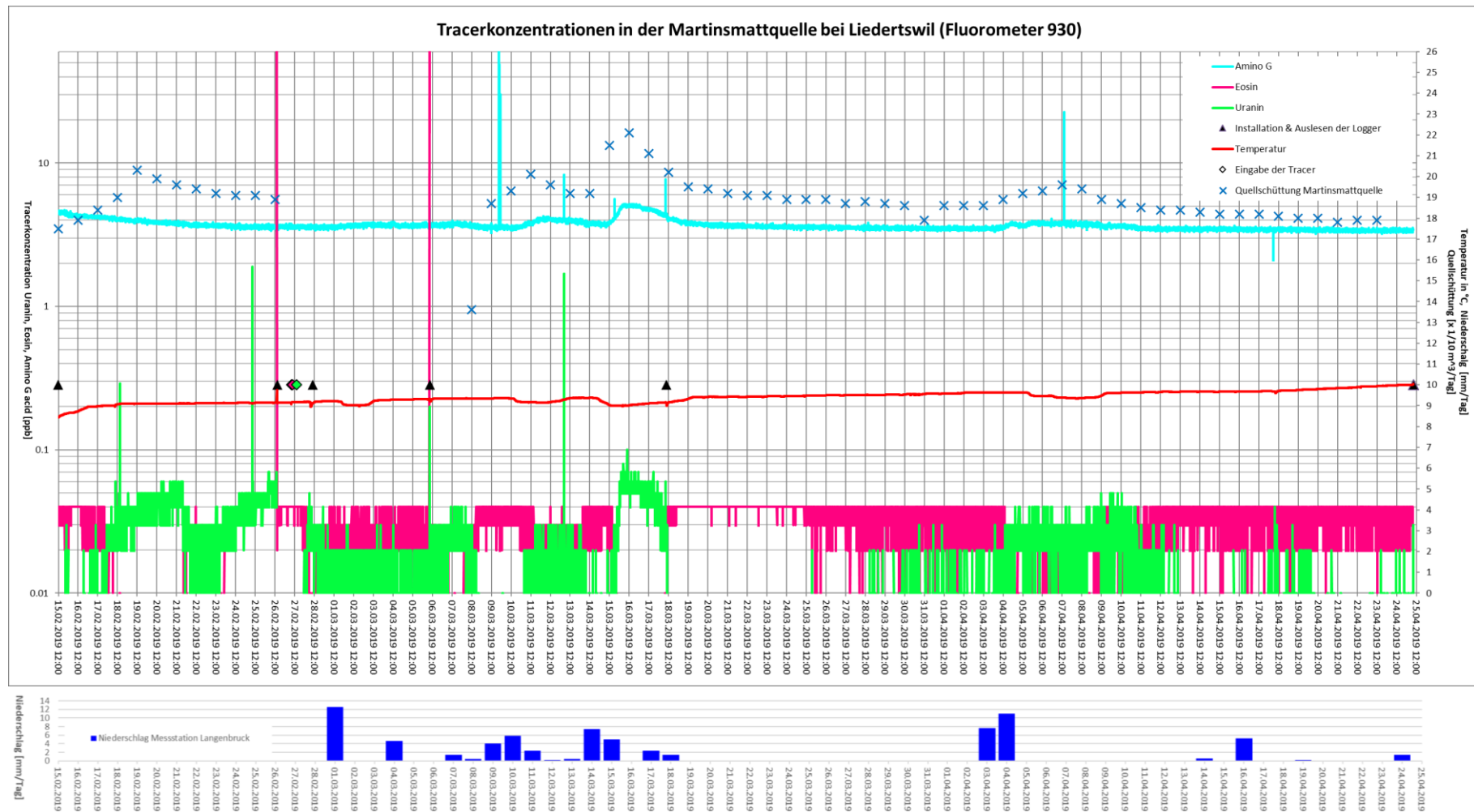


Abb. 10 Gemessene Tracerkonzentrationen in der Martinsmattquelle

Oben Tracerwerte von Uranin (grün, linke y-Achse), Eosin (pink, linke y-Achse) und Amino G acid (hellblau, linke y-Achse) sowie Wassertemperatur (rot, rechte y-Achse) und Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer (schwarze Dreiecke) vs. Messzeit. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit dem digitalen Fluorometer f930 in der Sammelbrunnenstube gemessen. Indizien für Amino G acid und Uranin vorhanden. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

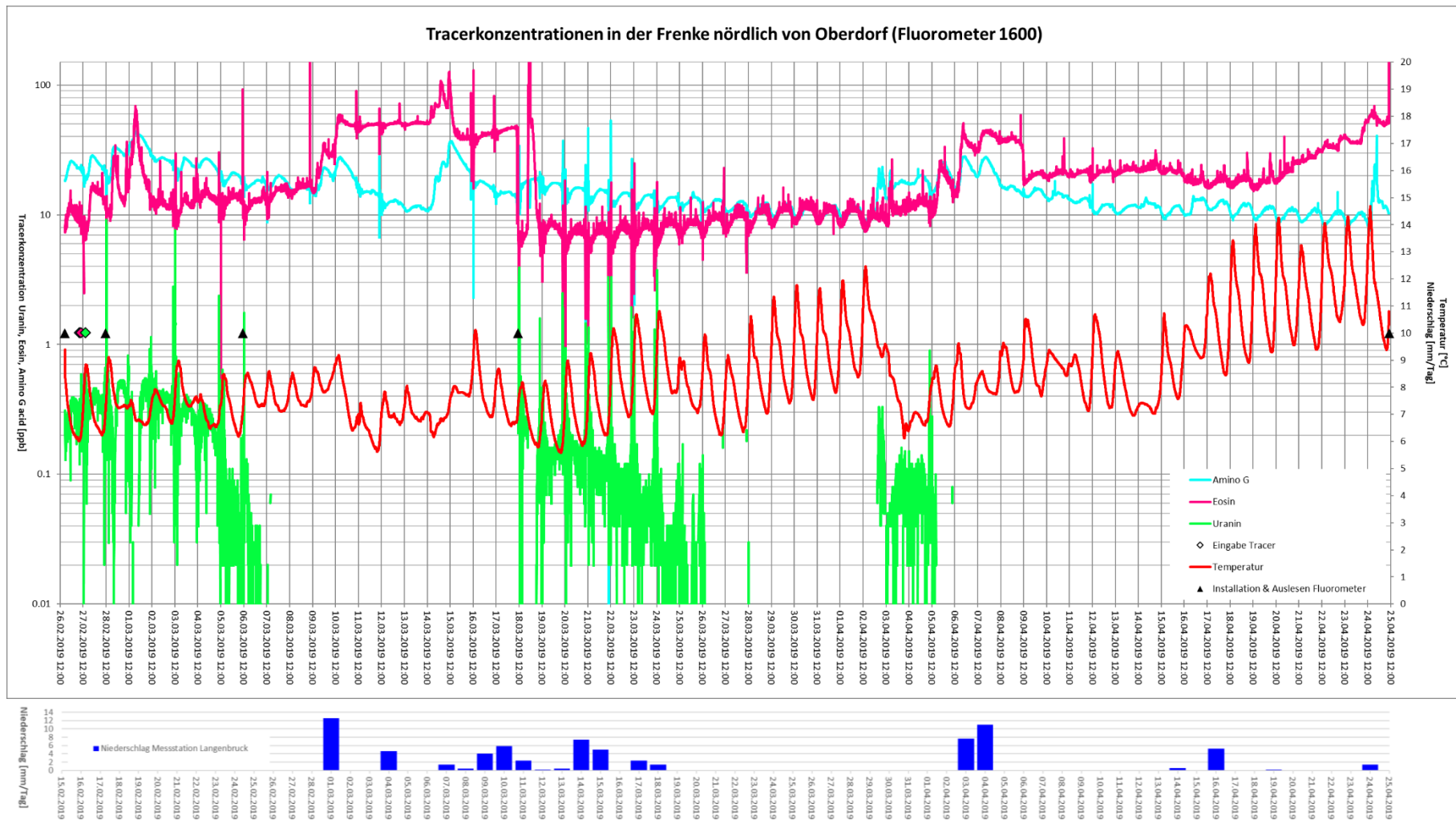


Abb. 11 Gemessene Tracerkonzentrationen in der Frenke

Oben Tracerwerte von Uranin (grün, linke y-Achse), Eosin (pink, linke y-Achse) und Amino G acid (hellblau, linke y-Achse) sowie Wassertemperatur (rot, rechte y-Achse) und Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer (schwarze Dreiecke) vs. Messzeit. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit dem digitalen Fluorometer f1600 in der Frenke gemessen. Eosin wurde mit grosser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Indizien für Amino G acid und Uranin sind vorhanden. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum

4.5.6 Vergleich der jeweiligen Tracerkonzentrationen nach Messstelle

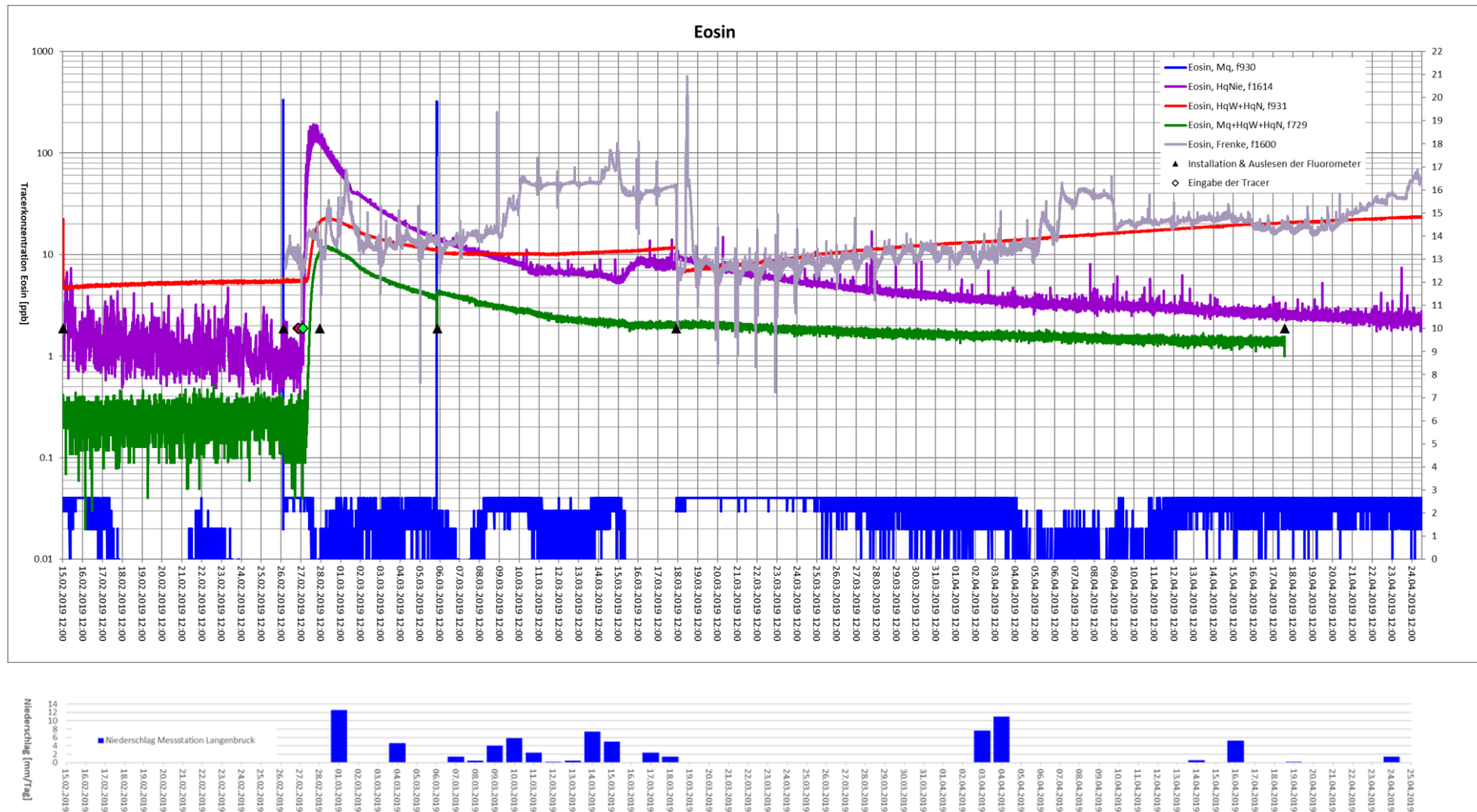


Abb. 12 Gemessene Eosin-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke

Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer werden als schwarze Dreiecke dargestellt. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit digitalen Fluorometern gemessen. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

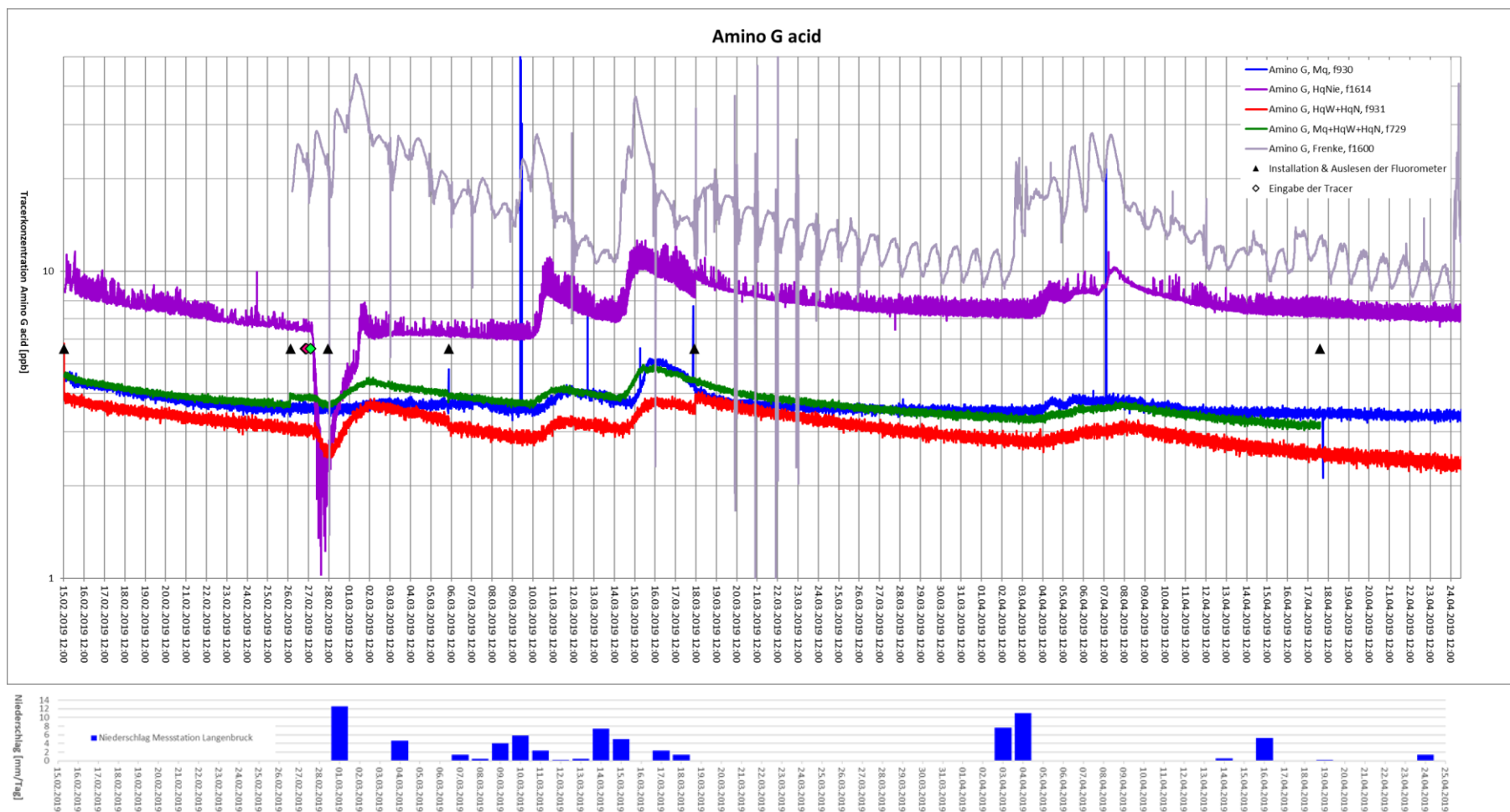


Abb. 13 Gemessene Amino G acid-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke

Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer werden als schwarze Dreiecke dargestellt. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit digitalen Fluorometern gemessen. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

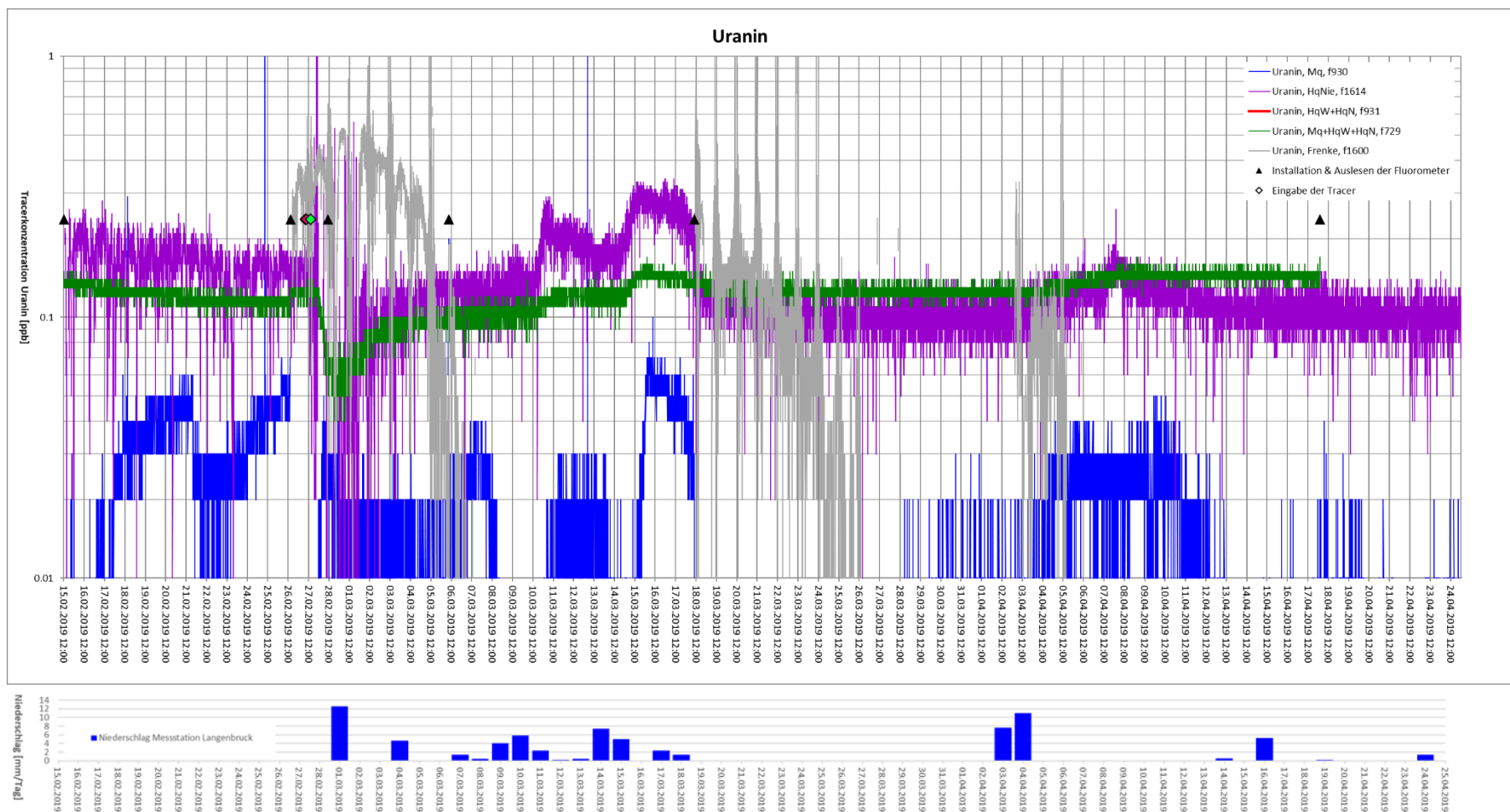


Abb. 14 Gemessene Uranin-Tracerkonzentrationen in allen Quellen + Frenke

Ereignisse wie Installation, Auslesen und Putzen der Fluorometer werden als schwarze Dreiecke dargestellt. Grüne, pinke und blaue Rauten zeigen den Zeitpunkt der jeweiligen Impfung an. Impfung am 27.02.2019. Die Tracer wurden mit digitalen Fluorometern gemessen. Unten Niederschlagsentwicklung (blaue Balken) über den gleichen Zeitraum.

5 Schlussfolgerungen

Von den drei eingesetzten Markierstoffen wurde Eosin in den Hofquellen Niederdorf sowie West und Nord und in der Frenke eindeutig nachgewiesen. Es handelt sich dabei, um den zu den Hofquellen am nahegelegensten Standort «Talmatt» geimpften Tracer. Der Durchschlag erfolgte sehr rasch und zwar innerhalb von 3.5 / 9.5 / 32.5 h bei einer Entfernung von 263 bzw. 386 bzw. 1036 m zwischen Impfort und den z'Hofquellen. Der Peak wurde nach 17 / 33 / 57 h erreicht. Die dominierende Fliessgeschwindigkeit liegt bei 14.6 bzw. 12.7 m/h und die Rückgewinnung bei 33.6 bzw. 0.1 %.

Amino G acid wurde in der z'Hofquelle Niederdorf (269 m Entfernung) sowie in der z'Hofquellen West und Nord (378 m Entfernung) als auch in der Frenke (Entfernung: 815 m) nachgewiesen. Der Tracer gelangte in ≤ 60 / ≤ 38 / 33 h zu den Quellen. Die Peakzeiten betragen ≤ 71 , ≤ 73 und 60 h. Die Tracer wurden niederschlagsbedingt mobilisiert.

Indizien für Amino G acid finden sich ebenfalls in der Martinsmattquelle. Ob es sich bei dem Amino G-Mehrfachpeak in der Martinsmattquelle tatsächlich um die direkte Ankunft des Tracers in der Quelle handelt kann angezweifelt werden. Es spricht viel für Undichtigkeiten im Leitungsverlauf.*

Hinweise für die Ankunft des Uranins sind in der z'Hofquelle Niederdorf (Entfernung: 1030 m, $t_{\text{Erstaufreten}}$: 5.8 h, t_{Peak} : 28.6 h), in der Frenke und in der Martinsmattquelle (Entfernung: 55 m, $t_{\text{Erstaufreten}}$: 11 h, t_{Peak} : 15.7 h) gegeben.

Aufgrund ähnlicher Nachweise von Amino G acid in der Martinsmattquelle (s.o.) können die Nachweise des Uranins in Zusammenhang mit z.B. undichten Zuleitungen von der Martinsmattquelle zur Sammelbrunnenstube z'Hof stehen.*

Die Remobilisierung des Uranins ist ebenfalls niederschlagsgebunden.

Basierend auf den Ergebnissen der Markierversuche hat die bisherige Ausscheidung der Schutzzone ihre Berechtigung, muss jedoch - wie vorgesehen - ausgedehnt werden.

* falls geologisch interpretierbar, so erfolgt die Interpretation durch das zuständige Geologiebüro

Analysen Roh-/Trinkwasser Niederdorf - Bakteriologie seit Aufhebung ARA Liedertswil					
Datum	Quelle	Befund	Aerobe, mesophile Keime KBE/1 ml	Escherichia coli KBE/100 ml	Enterokokken KBE/100 ml
12.07.2019	Reservoir Hofacker	In Ordnung	<4	nn	nn
12.07.2019	Reservoir Kalchofen	In Ordnung	<4	nn	nn
01.07.2019	z'Hof, Gesamtrohrwasser	In Ordnung	11	0	0
01.07.2019	Netzwasser Werkhof	In Ordnung	17	0	0
22.08.2019	z'Hof, Gesamtrohrwasser	Belastet	56	7	25
Analysen Roh-/Trinkwasser Oberdorf - Bakteriologie seit Aufhebung ARA Liedertswil					
04.11.2019	Quelle z'Hof Nord (Ost)	Belastet	8	1	0
04.11.2019	Quelle z'Hof West	Belastet	140	0	1
04.11.2019	Gesamtquellwasser entkeimt	Beanstandet	42	0	0
04.11.2019	Netzwasser FW-Magazin	In Ordnung	36	0	0
04.11.2019	Reservoir Thommeten	In Ordnung	36	0	0
04.11.2019	Reservoir Arten	In Ordnung	18	0	0
03.02.2020	Quelle z'Hof Nord (Ost)	In Ordnung	14	0	0
03.02.2020	Quelle z'Hof West	In Ordnung	23	0	0
03.02.2020	Gesamtquellwasser entkeimt	In Ordnung	29	0	0
03.02.2020	Netzwasser FW-Magazin	In Ordnung	0	0	0
03.02.2020	Reservoir Thommeten	In Ordnung	9	0	0
03.02.2020	Reservoir Arten	In Ordnung	3	0	0

317162

14. August 2020

Fotodokumentation Fassungsbauwerke

Schutzzonen z'Hof Oberdorf BL

Schutzzonenüberarbeitung



Quelle z'Hof Niederdorf – Umgebung vor Sanierung Kantonsstrasse, abgesteckt sind die Umrisse der unterirdischen Brunnstube



Quelle z'Hof Niederdorf – Umgebung nach Sanierung Kantonsstrasse



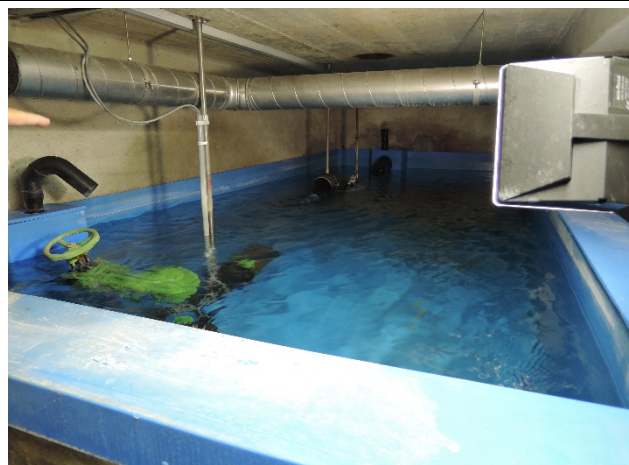
Quelle z'Hof Niederdorf – Einläufe A, B, C, D



Quelle z'Hof Niederdorf – Einlauf E



Quelle z'Hof Niederdorf – Einläufe F und G, Ableitung



Brunnstube z'Hof, WV Niederdorf

317162

14. August 2020

Fotodokumentation Fassungsbauwerke

Schutzzonen z'Hof Oberdorf BL

Schutzzonenüberarbeitung



Quellen z'Hof Oberdorf - Umgebung



Quelle z'Hof Oberdorf Nord (Ost) - Einstieg



Quelle z'Hof Oberdorf Nord (Ost) - Sickerstollen



Quelle z'Hof Oberdorf West - Einstieg



Quelle z'Hof Oberdorf West – Sickerstollen →E, Sickerstollen →W



Quelle z'Hof Oberdorf West – Backsteinlage auf der Nordseite mit eintretendem Wasser

317162

14. August 2020

Fotodokumentation Fassungsbauwerke

Schutzzonen z'Hof Oberdorf BL

Schutzzonenüberarbeitung



Pumpwerk z'Hof, WV Oberdorf



Pumpwerk z'Hof, WV Oberdorf, Quellzuläufe



Pumpwerk z'Hof, WV Oberdorf



Reservoir Thommeten, WV Oberdorf